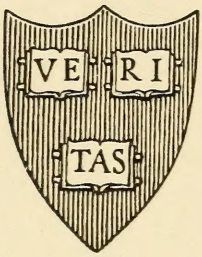
ACA
0144

Rebound 1938

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

161

Louis Agassiz

BULLETINS

DES

SÉANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES.

ACADÉMIE ROYALE

DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE.

BULLETINS

DES

SÉANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES.

ANNÉE 1860.

BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

1860.

B680
2-14

BULLETINS

DES

SÉANCES DE LA CLASSE DES SCIENCES.

Séance du 7 janvier 1860.

M. Melsens, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Cantraine, Kickx, Stas, De Koninck, Van Beneden, De Vaux, de Selys-Longchamps, Nyst, Gluge, Schaar, Liagre, Brasseur, Poelman, d'Udekem, Dewalque, *membres;* Lamarle, *associé;* Montigny, Candèze, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

Il est donné communication d'un arrêté royal du 28 décembre dernier qui approuve l'élection, faite par la classe, de MM. Dewalque et Jules d'Udekem, en qualité de membres titulaires.

MM. Dewalque et J. d'Udekem expriment leurs remercîments pour la distinction qui leur est accordée.

MM. W. Haidinger, de Vienne, et Lamont, directeur de l'observatoire royal de Munich, remercient également la classe pour leur nomination d'associés.

— M. Haidinger exprime le désir d'obtenir un fragment de l'aérolithe tombé à Saint-Denis-Westrem, le 7 juin 1855, et qui se trouve actuellement dans les collections de l'université de Gand. « En échange, dit-il, nous serions prêts à mettre à la disposition de la bienveillante direction du musée des fragments d'autres aérolithes ou fers météoriques dont nous possédons des exemplaires bien intéressants. »

Sir Charles Lyell, récemment nommé associé, fait hommage de deux de ses publications : l'une sur les laves du mont Etna, et l'autre sur l'origine submarine du pic de Ténériffe. — Remercîments.

— M. Henry Storks Eaton écrit d'Angleterre pour obtenir des renseignements sur l'état des instruments météorologiques à Bruxelles, pendant les tempêtes de la fin d'octobre et du commencement de novembre derniers, afin de les comparer à ceux obtenus dans les îles Britan-

niques. M. le secrétaire perpétuel fait connaître qu'il a pris soin de répondre à la demande de ce savant.

— M. D. Leclercq communique, pour la ville de Liége, et M. Lanszweert, pour la ville d'Ostende, les résultats des observations météorologiques faites en 1859.

— MM. Alf. Wesmael et Émilien de Wael font parvenir leurs observations sur l'état de la végétation faites, à Vilvorde et à Eeckeren, pendant la même année.

— M. Florimond fait connaître qu'il a observé à Louvain, le 1er janvier, vers 4 heures 10 minutes du soir, une aurore boréale qui s'est prolongée jusqu'à 4 heures 25 minutes.

— M. Quetelet fait hommage de l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, pour 1860*, ainsi que de la notice par M. Éd. Mailly, qui y est insérée : *Résumé de l'histoire de l'astronomie aux États-Unis d'Amérique.*—Remercîments.

— M. W. Zytphen, de Copenhague, fait parvenir une notice avec plan d'un bateau sous-marin. (Commissaire : M. Liagre.)

PROGRAMME DE CONCOURS POUR 1860.

PREMIÈRE QUESTION.

Ramener la théorie de la torsion des corps élastiques à des termes aussi simples et aussi élémentaires qu'on l'a fait pour la théorie de la flexion.

DEUXIÈME QUESTION.

On demande d'exposer la théorie probable des étoiles filantes et d'indiquer les hauteurs où elles se forment, apparaissent et s'éteignent, en appuyant cette théorie sur les faits observés.

TROISIÈME QUESTION.

Faire le relevé des espèces qui servent de nourriture aux animaux insectivores et celui des parasites qui se trouvent dans les unes et les autres.

QUATRIÈME QUESTION.

Faire un exposé historique de la théorie du tonus musculaire, *et rechercher, pour les phénomènes expliqués autrefois à l'aide de cette théorie, une interprétation conforme aux faits établis par la physiologie expérimentale.*

CINQUIÈME QUESTION.

Déterminer, par des recherches à la fois anatomiques et chimiques, la cause des changements de couleur que subit la chair des bolets en général et de plusieurs russules, quand on la brise ou qu'on la comprime.

—

La classe adopte, dès à présent, pour le concours de 1861, les deux questions suivantes :

PREMIÈRE QUESTION.

Établir, par des observations détaillées, le mode de déve-

loppement, soit du Petromyzon marinus, *soit du* Petromyzon fluviatilis, *soit de l'*Amphionus lanceolatus *ou d'un poisson plagiostome.*

DEUXIÈME QUESTION.

Les belles recherches de Bunsen sur les coefficients d'absorption des gaz simples et composés par les liquides, ont été faites sous des pressions peu considérables; l'Académie désire qu'on institue une série d'expériences pour déterminer l'influence que pourraient exercer de fortes pressions sur ces coefficients d'absorption et sur l'exactitude de la loi que Bunsen a déduite de ses recherches.

Le prix de chacune de ces questions sera une médaille d'or de la valeur de six cents francs. Les mémoires devront être écrits lisiblement en latin, français ou flamand, et ils seront adressés, francs de port, à M. *Ad. Quetelet,* secrétaire perpétuel, avant le 20 septembre 1860 pour le premier concours, et avant le 20 septembre 1861 pour le second.

L'Académie exige la plus grande exactitude dans les citations; à cet effet, les auteurs auront soin d'indiquer les éditions et les pages des ouvrages cités. On n'admettra que des planches manuscrites.

Les auteurs ne mettront point leur nom à leur ouvrage, mais seulement une devise, qu'ils répéteront sur un billet cacheté, renfermant leur nom et leur adresse. Les mémoires remis après le terme prescrit, ou ceux dont les auteurs se feront connaître de quelque manière que ce soit, seront exclus du concours.

L'Académie croit devoir rappeler aux concurrents que, dès que les mémoires ont été soumis à son jugement, ils

sont déposés dans ses archives, comme étant devenus sa propriété. Toutefois, les auteurs peuvent en faire prendre des copies à leurs frais, en s'adressant, à cet effet au secrétaire perpétuel.

ÉLECTIONS.

La classe procède à l'élection de son directeur pour l'année 1861; M. Liagre est désigné par la majorité des suffrages.

M. Van Beneden, directeur pour 1860, propose de voter des remercîments à M. Melsens, directeur sortant. Des applaudissements accueillent cette proposition.

RAPPORTS.

La classe, après avoir entendu la lecture des rapports présentés par MM. Schaar, Lamarle et Timmermans, vote l'impression de la note de M. Gilbert, *Sur quelques propriétés des lignes tracées sur une surface quelconque.*

D'après l'avis de ses commissaires, MM. Plateau, Ad. Quetelet et Liagre, la classe a voté également l'impression de la notice *Sur la vitesse du bruit du tonnerre,* par M. Montigny, correspondant de l'Académie.

Recherches sur la genèse et les métamorphoses de la PEZIZA SCLEROTIORUM; par M. Eugène Coemans.

Rapport de M. Martens.

« La notice de M. Coemans, sur la *Peziza sclerotiorum* Lib., est consacrée à l'étude d'un de ces cas de polymorphisme, qui sont si fréquents dans la classe des champignons, et dont la découverte doit, en compliquant les organismes, et en simplifiant les classifications par la suppression d'un grand nombre de genres et d'espèces, opérer une révolution complète dans l'étude de la mycologie.

La Pezize qui fait l'objet des recherches de l'auteur fut découverte sur plusieurs *Sclerotium*, par Mlle Libert, notre compatriote, qui la prit pour une espèce complète, développée parasitiquement sur ces productions fongoïdes. Il résulte, au contraire, des investigations de M. Coemans qu'elle n'est que la dernière phase du développement d'une espèce qui passe successivement par les formes nématoïde et sclérotienne avant de revêtir la forme d'un champignon de l'ordre des discomycètes. La *Peziza sclerotiorum* n'est, du reste, pas la seule thécasporée qui naisse sur des sclérotes. Outre la découverte importante qu'a faite M. Tulasne du *Cordyceps purpurea* qu'engendre l'ergot du seigle, nous devons en mentionner quelques-unes qui se rattachent plus particulièrement au sujet en question. C'est ainsi que M. Durieu de Maisonneuve a vu se développer une Pezize sur le *Sclerotium sulcatum* qui croît à l'intérieur des tiges de *Carex*, et, tout récemment, M. Currey a vu, de

son côté, le *Sclerotium roseum* des tiges de jonc en produire une autre.

Les observations de M. Coemans viennent donc compléter celles des botanistes précédents. Son travail est d'autant plus intéressant que l'auteur y suit la *Peziza sclerotiorum* à travers toutes les phases de son évolution et l'étudie dans ses moindres détails. Sa notice est une monographie complète de cette curieuse espèce : elle est de nature à jeter un nouveau jour sur une des parties les plus obscures de la mycologie. J'ai l'honneur de proposer à la classe des sciences de la faire insérer, avec la planche qui l'accompagne, dans les *Bulletins de l'Académie.* »

—

Rapport de M. Kickx.

« Les *Sclerotium* furent envisagés jusqu'en 1843 comme des cryptogames autonomes. A cette époque, M. Leveillé émit l'opinion qu'ils n'étaient qu'une sorte de mycélium secondaire, succédant toujours au mycélium filamenteux primitif. Quoique appuyée sur des considérations justes et sur des recherches nombreuses, cette manière de voir ne fut cependant pas généralement admise : c'est qu'en effet, il lui manquait ce que nous appellerons le contrôle physiologique. Il fallait avant tout chercher à saisir, au moyen d'observations directes, la filiation de ces divers organismes, successivement créés pour produire à la fin une espèce d'une organisation supérieure.

M. Tulasne étudia à ce point de vue, en 1853, le *Sclerotium clavus*, si commun sur les graminées. Il confirma

les prévisions de M. Leveillé, en démontrant que cette espèce n'est que la souche du *Cordyceps purpurea*, et en faisant connaître toutes les phases par lesquelles passe l'hypoxylée, à partir de la dissémination de ses spores.

Mais les *Sclerotium* sont nombreux. Il était donc intéressant de vérifier si d'autres se conduisent de la même manière. M. Coemans a voulu résoudre cette question en suivant le développement des *Sclerotium varium, compactum*, etc., dont la station est complétement différente, puisqu'ils habitent les carottes, les navets et plusieurs autres racines alimentaires. Ses essais ont été couronnés d'un plein succès. Il a vu naître de ces *Sclerotium* une pezize décrite par Mlle Libert, sous le nom de *Peziza sclerotiorum*, dans la croyance, où elle était, qu'elle avait sous les yeux un fait de parasitisme.

La pezize de Mlle Libert est donc exactement au *S. varium* ce qu'est le *Cordyceps purpurea* au *sclerotium clavus*. De part et d'autre, le *Sclerotium* est une forme passagère d'une espèce de champignon appelée à atteindre une organisation plus élevée. La spore de la pezize produit un prothalle filamenteux qui donne naissance à un mycélium sclérotique, lequel à son tour se développe sous forme d'une pezize destinée à continuer le même cycle. Il y a là, comme le fait remarquer avec raison M. Coemans, une existence à trois termes « présentant à peu près les » mêmes métamorphoses que celles des insectes : l'état » primitif ou nématoïde représente en effet assez bien la » larve des insectes; l'état sclérotique, état de vie latente, » rappelle leur second âge, leur vie à l'état de nymphe : » et l'état pezizoïde celui d'insecte parfait. »

Pour remonter à l'origine du sclérote, l'auteur a semé les spores de la pezize : il a vu se former le prothalle

ou mycélium byssoïde, puis celui-ci produire le mycélium sclérotique. En un mot, il a suivi pas à pas la nature dans sa marche constamment ascensionnelle.

On sait que, dans ses recherches, M. Tulasne a constaté l'existence de stylospores chez la forme mycéloïde, sphacélienne, du *Sclerotium clavus*. M. Coemans les a aussi retrouvés chez le *Sclerotium varium*. Il y a observé, en outre, d'autres corps reproducteurs qu'il hésite, peut-être à tort, à regarder comme des spermogonies, puisqu'ils paraissent en avoir tous les caractères. Cette découverte aurait d'autant plus d'intérêt, que M. Tulasne, après avoir cru aussi, de son côté, à l'existence de ces organes, a reconnu son erreur.

Nous craindrions d'être trop long en analysant dans ses détails la notice que la classe nous a chargé d'examiner. Ce qui précède suffit pour apprécier l'importance des recherches de M. Coemans, à qui nous devons d'autant plus savoir gré de les avoir entreprises, qu'il n'a rien été publié sur le même sujet, croyons-nous, depuis le mémoire de M. Tulasne. On a bien découvert, comme l'indique notre honorable corapporteur, une pezize sur le *Sclerotium sulcatum* et une autre sur le *Sclerotium roseum*; mais cela n'a jeté aucun jour sur la question qu'il s'agissait d'élucider. On ne manque pas, en effet, d'exemples analogues, ni dans le genre *Peziza*, ni dans les *Clavaires*, les *Typhules*, les *Pistillaria*, les *Agaricus*, etc.

Est-ce à dire que la matière traitée par l'auteur de la notice soit épuisée? Nous ne le pensons pas. Il reste encore des questions spéciales à étudier. Comment se fait-il, par exemple, que telle espèce qui possède habituellement un mycélium sclérotique, se développe exceptionnellement sans passer par cet état intermédiaire? L'absence

de ce mycélium serait-elle alors compensée par un développement inusité de pycnides ou de spermogonies? Nous faisons des vœux pour que M. Coemans entreprenne une nouvelle série d'observations dans le but de résoudre encore cette autre partie du problème.

Me ralliant aux conclusions de M. Martens, premier commissaire, j'ai l'honneur de proposer à la classe de décider que la notice de M. Coemans sera publiée, avec la planche qui l'accompagne, dans les *Bulletins de l'Académie.* »

Conformément aux conclusions de ces rapports, l'Académie ordonne l'impression de la notice de M. Eugène Coemans.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Occultation des pléiades, le 8 décembre 1859; notice de M. Ad. Quetelet, directeur de l'Observatoire royal.

D'après les désirs de M. Bache, associé de l'Académie et directeur des travaux géodésiques des États-Unis, l'observatoire royal de Bruxelles a continué l'observation de l'occultation des pléiades. Le ciel était assez favorable le 8 décembre dernier; mais le 4 de ce mois, l'observation devint tout à fait impossible, à cause de la quantité des nuages. Les observations ont été faites, comme précédemment, par mon fils et par moi; on en trouvera ci-après les résultats exprimés en temps sidéral. M. Ernest Quetelet

observait à l'équatorial de Troughton; je me servais d'une lunette libre de moindre dimension.

Occultation des pléiades, le 8 décembre 1859.

NUMÉROS des ÉTOILES.	IMMERSION.	ÉMERSION.	*Observateurs.*
17	21h 32m 1s,2	22h 10m 29s,1	Ern. Quetelet.
11	21 42 19,5	»	Ad. Quetelet.
11	» » 21,6 (*)	22 3 56,1	Ern. Quetelet.
2	»	21 50 11,4	»
27	21 54 0,4	»	Ad. Quetelet.
27	» 53 58,9	»	Ern. Quetelet.
34	21 57 34,5	»	Ad. Quetelet.
34	» » 34,1	22 47 53,6	Ern. Quetelet.
42	22 46 5,6	»	Ad. Quetelet.
42	» » 5,7	23 21 22,5	Ern. Quetelet.

(*) Douteuse.

Note sur l'écoulement des eaux qui circulent à la surface de la terre; par M. Lamarle, associé de l'Académie.

1. L'objet que je me propose dans la présente note est d'élucider certains points relatifs aux effets de la rotation de la terre sur l'écoulement des eaux qui circulent à sa surface.

Une question soulevée par M. Babinet, au sein de l'Institut, a donné lieu tout récemment à une discussion qui s'est continuée pendant plusieurs séances et où MM. Ber-

trand, Delaunay et Combes sont particulièrement intervenus.

M. Babinet avait dit que, par suite de la rotation de la terre sur son axe, les cours d'eau de notre hémisphère tendent constamment à ronger leur rive droite, tandis que ceux de l'autre hémisphère tendent à ronger leur rive gauche. Il avait ajouté que cette tendance est proportionnelle au sinus de la latitude et indépendante de la direction suivie par les différents filets fluides.

MM. Bertrand, Delaunay et Combes sont tous trois tombés d'accord sur l'existence réelle de la tendance signalée par M. Babinet. Toutefois ils n'admettent point que la rotation de la terre ait exercé ou exerce une influence appréciable sur les directions actuelles des cours d'eau. M. Combes ajoute que, si cette influence est sensible quelque part, ce ne pourrait être que dans les parties voisines des embouchures, et encore lui semble-t-il qu'elle est impuissante à produire autre chose que des effets très-faibles et peu étendus.

2. L'explication du phénomène sur lequel M. Babinet a appelé l'attention de ses savants confrères, peut s'établir de diverses façons plus ou moins simples, plus ou moins complètes.

M. Delaunay déduit cette explication de la considération d'une force fictive, introduite par Coriolis dans la théorie des mouvements relatifs et désignée sous le nom de *force centrifuge composée.*

M. Combes ne méconnaît point l'importance et l'utilité du théorème de Coriolis sur le mouvement relatif d'un système de points matériels. Il préfère toutefois recourir ici à des considérations purement géométriques et ne faire usage que des principes élémentaires de la méca-

nique rationnelle. Il procède, en conséquence, par une simple décomposition de la rotation de la terre, comme l'ont fait antérieurement MM. Poinsot et Liouville, lorsqu'il s'agissait d'expliquer la rotation apparente du plan d'oscillation du pendule dans la belle expérience de M. Foucault.

M. Bertrand ne pense pas qu'il soit utile d'introduire dans la discussion du problème la force centrifuge composée de Coriolis. Ces forces fictives conduisent sans doute à un résultat exact, mais précisément parce qu'elles sont fictives, elles ne paraissent pas de nature à faire bien comprendre le mécanisme du phénomène, en donnant l'analyse des causes réelles qui le produisent et de la manière dont elles sont mises en jeu.

Je partage entièrement cette opinion de M. Bertrand. Il me semble d'ailleurs que le procédé suivi par M. Combes n'est pas assez direct pour montrer clairement ce qui se passe en réalité, et établir entre les différents cas qui se présentent les distinctions qu'ils comportent. J'ajouterai que ce procédé laisse subsister quelques doutes, soit parce que les rotations composantes dont on fait abstraction ont pour axes des droites incessamment mobiles, soit parce que l'objection formulée par l'auteur contre la théorie de M. Babinet paraît trop absolue, notamment dans le cas d'un cours d'eau qui se meut, avec une vitesse constante, le long d'un parallèle.

« Notre confrère, dit M. Combes, n'introduit dans ses
» raisonnements et ses calculs que la force centrifuge
» due à la vitesse effective dont un point matériel est
» animé suivant la circonférence d'un parallèle terrestre.
» Un calcul correct ne peut ainsi lui donner que la com-
» posante horizontale de la force qui pousserait les points

» de ce parallèle vers le pôle où vers l'équateur, si la
» vitesse angulaire de rotation de la terre venait tout à
» coup à diminuer ou à augmenter de la vitesse relative a
» qu'il prête au point matériel divisée par le rayon du
» parallèle terrestre, c'est-à-dire en employant ses no-
» tations de $\frac{a}{R \cos \lambda}$. Or, ce n'est là qu'une vue incom-
» plète du sujet en discussion où le seul point délicat
» est laissé de côté. Si dans la note imprimée au compte
» rendu, notre confrère arrive à un résultat exact, c'est
» par suite d'une erreur de calcul que M. Liouville a du
» reste signalée à l'audition de la note. »

Il semblerait, d'après ce texte, que, dans le cas d'un cours d'eau qui circule uniformément le long d'un parallèle, on n'est pas en droit de considérer directement et d'une manière absolue le mouvement effectif de chacun des filets fluides. Selon moi, dans ce cas, le plus simple de tous, il convient précisément d'opérer d'une manière directe, ce qui n'offre aucune difficulté, et montre mieux que tout autre procédé le mécanisme du phénomène.

3. Soit p un point matériel dont la masse est m et qui se meut, par hypothèse, suivant un parallèle, avec une vitesse relative u supposée constante. Nommons :

r le rayon du parallèle où se trouve le point p;

λ l'angle que fait avec la verticale passant par le point p la perpendicalaire abaissée de ce point sur l'axe terrestre;

ω la vitesse de rotation de la terre autour de son axe;

R la partie de la verticale comprise entre le point p et l'axe de rotation.

Il est visible que le point p tourne autour de l'axe de la terre avec une vitesse angulaire $\omega + \frac{u}{r}$ et qu'il est animé d'une vitesse totale effective représentée par $r\omega + u$. La conséquence est que la réaction produite par ce mouve-

ment se réduit exclusivement à l'action centrifuge dirigée suivant le rayon vecteur r et ayant pour expression

$$m\left(\omega + \frac{u}{r}\right)(r\omega + u) = mr\omega^2 + 2mu\omega + m\frac{u^2}{r}.$$

Cela posé, $mr\omega^2$ est la force centrifuge qui subsisterait seule si le point p n'avait point de vitesse relative. De même aussi $m\frac{u^2}{r}$ est la force centrifuge qui subsisterait seule si la terre ne tournait pas sur son axe et que le point p n'eût d'autre vitesse que sa vitesse relative u. On voit donc qu'aux deux réactions qui résultent de l'un et l'autre des mouvements composants, considérés chacun comme subsistant seul, s'ajoute, par le fait de la combinaison de ces mêmes mouvements, une réaction additionnelle,

$$2m\omega u.$$

La composante horizontale de cette réaction est évidemment

$$2m\omega u \sin \lambda,$$

ainsi que l'ont trouvé MM. Delaunay et Combes.

Veut-on comparer les deux états qui correspondent respectivement, l'un au cas où le point p n'a pas de vitesse relative, l'autre à celui où le point p a une vitesse relative u supposée constante? Il faut, en se plaçant à ce point de vue, considérer l'augmentation totale que subit la force centrifuge dans le passage du premier état au second. Cette augmentation est égale à

$$\frac{mu^2}{r} + 2m\omega u = \frac{mu^2}{R\cos\lambda} + 2m\omega u.$$

Il s'ensuit qu'elle a pour composante horizontale

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2m\omega u \sin\lambda + \frac{mu^2}{R} \operatorname{tang}\lambda$$

et pour composante verticale, dirigée en sens contraire du poids du point matériel p,

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2m\omega u \cos\lambda + \frac{mu^2}{R}.$$

Désignant par v la vitesse communiquée par la rotation de la terre aux différents points du parallèle considéré, on a

$$v = r\omega = R\omega \cos\lambda.$$

De là résulte, en substituant dans l'expression (1) de la composante horizontale la valeur de ω fournie par cette dernière relation,

$$(3) \quad . \quad 2m\omega u \sin\lambda + \frac{mu^2}{R} \operatorname{tang}\lambda = \frac{2muv}{R} \operatorname{tang}\lambda \left(1 + \frac{u}{2v}\right).$$

On a de même pour la composante verticale

$$(4). \quad . \quad . \quad 2m\omega u \cos\lambda + \frac{mu^2}{R} = \frac{2muv}{R}\left(1 + \frac{u}{2v}\right).$$

En général, la quantité $\frac{u}{2v}$ est une fraction qui reste très-petite pour tout parallèle situé en dehors du voisinage des pôles. Il s'ensuit qu'on peut presque toujours la négliger, et poser, en conséquence, les déductions suivantes.

Selon que la vitesse u est dirigée dans le sens de la vitesse v ou en sens contraire, la composante horizontale, due à l'intervention de la vitesse u, est dirigée vers l'équateur ou vers le pôle; ce qui revient à dire que, dans notre hémisphère, elle se porte toujours vers la droite du courant, et, dans l'autre, toujours vers la gauche.

4. Considérons, en second lieu, le cas d'un cours d'eau qui se meut avec une vitesse uniforme le long d'un méridien.

Concevons qu'on ait pratiqué le long de ce méridien un canal à fond horizontal et à parois verticales. Imaginons, en outre, que le point p se meuve dans ce canal avec une vitesse relative u supposée constante. A chaque instant le point p est animé de deux vitesses rectangulaires entre elles, l'une u constante et dirigée suivant la tangente au méridien, l'autre v variable et dirigée suivant la tangente au parallèle. La composante v est la vitesse communiquée par la rotation de la terre au point du parallèle contre lequel le point p s'appuie à l'instant que l'on considère. Lorsque le point p se meut dans notre hémisphère de l'équateur vers le pôle, il tend, en vertu de la vitesse acquise, à se déplacer vers la droite, perpendiculairement au méridien, et *plus rapidement* que ne le font les points des divers parallèles qu'il touche successivement. De là résulte un obstacle apporté à la marche du point p par la paroi verticale située à droite de la vitesse u, et, conséquemment, une action exercée par le point p contre cette même paroi. Lorsque le point p se meut du pôle boréal vers l'équateur, il tend, en vertu de la vitesse acquise, à se déplacer vers la droite, perpendiculairement au méridien, et *moins rapidement* que ne le font les points des divers parallèles qu'il touche successivement. De là

résulte une action exercée sur la marche du point p par la paroi verticale, située à droite de la vitesse u, et, conséquemment, une réaction égale et contraire exercée par le point p contre cette même paroi. S'il s'agissait de l'hémisphère austral, la gauche se substituerait à la droite : rien d'ailleurs ne serait changé.

Telle est ici l'analyse très-simple du phénomène. S'agit-il ensuite d'évaluer la pression que supporte la paroi verticale, on peut y parvenir, soit en opérant, comme l'a fait M. Combes, d'après la considération des infiniment petits, soit en suivant la marche tracée par M. Delaunay en faisant intervenir la force centrifuge composée introduite par Coriolis dans la théorie des mouvements relatifs, soit en s'en tenant au procédé direct et rigoureux du calcul différentiel.

Voici d'abord ce que donne la considération des infiniment petits.

La vitesse du point p, dirigée perpendiculairement au méridien, étant $r\omega$, l'espace qu'il décrirait en vertu de cette vitesse, pendant le temps dt, est $r\omega dt$. L'accroissement de ce même espace, après le temps dt, est exprimé par la différentielle $\omega dr.\ dt$. Il suit de là que la force capable de produire cet accroissement, c'est-à-dire que l'action ou la réaction exercée par le point p sur la paroi verticale contre laquelle il s'appuie a pour expression

$$2m\omega \frac{dr}{dt},$$

et remplaçant $\frac{dr}{dt}$ par sa valeur $u \sin \lambda$.

$$(5) \quad . \quad . \quad . \quad 2m\omega u \sin \lambda = \frac{2muv}{R} \operatorname{tang} \lambda.$$

Cette expression est précisément celle qui représente ici la force centrifuge composée. On peut donc l'écrire directement, lorsqu'on fait usage du théorème de Coriolis invoqué par M. Delaunay.

5. Voyons maintenant comment s'applique le procédé direct et rigoureux du calcul différentiel.

Observons d'abord qu'étant donnée la position du point p sur le méridien qu'il décrit, nous pouvons substituer à ce méridien le cercle osculateur qui le touche en p.

Cela posé, prenons pour axe des x l'axe terrestre, et pour plan des zy le plan décrit par le centre du cercle osculateur substitué au méridien, à partir du point p.

Conservons les notations précédentes, et nommons :

t l'instant que l'on considère;

θ l'angle que le méridien mené par le point p fait, à l'instant t, avec le plan des zx.

ρ Le rayon de courbure du cercle osculateur substitué au méridien à partir du point p.

b la distance du centre de ce cercle à l'axe de rotation. De là résulte d'abord :

$$r = \mathrm{R} \cos \lambda = b + \rho \cos \lambda.$$

On voit d'ailleurs, sans la moindre difficulté, que les coordonnées du point p, à l'instant t, sont respectivement :

$$x = \rho \sin \lambda, \quad y = r \sin \theta, \quad z = r \cos \theta.$$

Différentions deux fois de suite, en observant que les quantités b, ρ, $\frac{d\lambda}{dt} = \frac{u}{\rho}$, $\frac{d\theta}{dt} = \omega$ sont censées constantes, et faisons $\theta = o$ dans les résultats de la dernière différentiation, ce qui revient à prendre pour plan des zx le méri-

dien qui passe par le point p, à l'instant t. On trouve ainsi

$$(6).\quad \frac{d^2x}{dt^2} = -\rho \sin\lambda \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 = -\frac{u^2}{\rho}\sin\lambda.$$

$$(7).\quad \frac{d^2y}{dt^2} = 2\frac{dr}{dt}\cdot\frac{d\varsigma}{dt} = -2\omega.\rho\frac{d\lambda}{dt}\cdot\sin\lambda = -2\omega u\sin\lambda.$$

$$(8).\quad \frac{d^2z}{dt^2} = -r\left(\frac{d\varsigma}{dt}\right)^2 + \frac{d^2r}{dt^2} = -r\omega^2 - \frac{u^2}{\rho}\cos\lambda.$$

De là résultent évidemment les réactions suivantes :

1° Suivant le rayon du parallèle mené par le point p, la réaction $mr\omega^2$, c'est-à-dire la force centrifuge due à la rotation de la terre, prise isolément;

2° Suivant la verticale, la réaction $m\frac{u^2}{\rho}$, c'est-à-dire la force centrifuge due au mouvement relatif du point p sur le méridien, ce mouvement étant pris comme s'il subsistait seul;

3° Suivant la normale au méridien, la réaction $2m\omega u \sin\lambda$, c'est-à-dire celle que nous avons déjà trouvée ci-dessus et qu'on désigne, d'après Coriolis, sous le nom de *force centrifuge composée.*

Ces résultats concordent avec la théorie de Coriolis sur les mouvements relatifs. Ils ont l'avantage de mettre en évidence toutes les réactions qui se produisent, et de fournir ainsi, conformément à cette théorie, les divers éléments dont on a besoin pour résoudre le problème d'une manière complète.

Concluons que, dans le cas d'un point matériel qui se meut uniformément le long d'un méridien, les réactions qui s'ajoutent au poids apparent sont au nombre de deux, l'une horizontale et perpendiculaire au plan du méridien,

l'autre verticale et agissant en sens inverse de la pesanteur apparente. La première a pour expression

$$(9) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2m\omega u \sin \lambda = \frac{2muv}{R} \operatorname{tang} \lambda.$$

La deuxième est

$$(10). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \frac{mu^2}{\rho}.$$

6. Considérons en troisième lieu le cas d'un cours d'eau qui se meut uniformément suivant une ligne géodésique (*).

En substituant au cours d'eau un point matériel, nous pourrons opérer comme nous venons de le faire. Les modifications à introduire consisteront en ce que les vitesses angulaires $\frac{d\lambda}{dt}$, $\frac{d\varsigma}{dt}$ cesseront d'être constantes. On aura d'ailleurs, comme équations de condition,

$$(11) \quad . \quad . \quad . \quad \rho^2 \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + r^2 \omega'^2 = u^2 = \text{cons}^{\text{te}}.$$

$$(12) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \frac{d\varsigma}{dt} = \omega + \omega',$$

ω' étant la partie de la vitesse angulaire $\frac{d\varsigma}{dt}$ qui correspond au mouvement relatif du point p.

(*) On observera que, dans le cas général d'une ligne quelconque autre qu'un parallèle ou un méridien, il y a nécessairement combinaison des effets particuliers et distincts qui correspondent respectivement à chacun des deux cas traités précédemment.

Il vient alors, au lieu des équations (6), (7), (8),

$$(13). \quad . \quad . \quad \frac{d^2x}{dt^2} = -\rho \sin \lambda \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \rho \cos \lambda \frac{d^2\lambda}{dt^2},$$

$$(14). \quad . \quad . \quad \frac{d^2y}{dt^2} = 2\frac{dr}{dt} \cdot \frac{d\mathcal{C}}{dt} + r\frac{d^2\mathcal{C}}{dt^2},$$

$$(15). \quad . \quad . \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -r\left(\frac{d\mathcal{C}}{dt}\right)^2 + \frac{d^2r}{dt^2}.$$

La relation

$$r = \mathrm{R} \cos \lambda = \mathcal{C} + \rho \cos \lambda$$

donne

$$(16). \quad . \quad . \quad \begin{cases} \dfrac{dr}{dt} = -\rho \sin \lambda \dfrac{d\lambda}{dt}, \\ \dfrac{d^2r}{dt^2} = -\rho \cos \lambda \left(\dfrac{d\lambda}{dt}\right)^2 - \rho \sin \lambda \dfrac{d^2\lambda}{dt^2}. \end{cases}$$

On a de même en différentiant les équations (11) et (12)

$$(17) \quad . \quad . \quad r\frac{d\omega'}{dt} = r\frac{d^2\mathcal{C}}{dt^2} = -\frac{\rho}{r\omega'}\frac{d\lambda}{dt}\frac{d^2\lambda}{dt^2} - \omega'\frac{dr}{dt}.$$

De là résulte, par voie de simple substitution,

$$(18). \quad \frac{d^2x}{dt^2} = -\sin \lambda \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \rho \cos \lambda \frac{d^2\lambda}{dt^2},$$

$$(19). \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -\rho(2\omega + \omega')\frac{d\lambda}{dt}\sin \lambda - \frac{\rho}{r\omega'}\frac{d\lambda}{dt}\frac{d^2\lambda}{dt^2},$$

$$(20). \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -r(\omega + \omega')^2 - \rho \cos \lambda . \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 - \rho \sin \lambda . \frac{d^2\lambda}{dt^2}.$$

Supposons que le mouvement relatif du point p subsiste seul. Pour appliquer à ce cas les formules (18), (19) et (20), il suffit d'y poser $\omega = o$. Ce qui reste alors ce sont les réactions qui correspondent à cette hypothèse pour l'unité de masse. Prises toutes ensemble, ces réactions se composent en une réaction unique, celle qui provient de la force centrifuge dans le mouvement du point p, sur la ligne géodésique qu'il décrit. Il s'ensuit que cette réaction est dirigée, suivant la verticale, en sens contraire de la pesanteur apparente et qu'elle a pour expression

$$(21) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad m\frac{u^2}{\rho'},$$

ρ' étant, pour le point p, le rayon de courbure de la ligne décrite dans le mouvement relatif de ce point.

Par hypothèse, la ligne dont il s'agit est une ligne géodésique. Elle a donc en p même courbure que la section normale de même direction. De là résulte, ainsi qu'on le voit aisément,

$$\frac{1}{\rho'} = \frac{1}{u^2}\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right].$$

On peut donc écrire

$$(22) \quad . \quad . \quad . \quad m\frac{u^2}{\rho'} = m\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right].$$

Ayant soustrait des seconds membres des équations (18), (19) et (20) les termes qui ne s'évanouissent pas dans l'hypothèse $\omega = o$, et dont l'ensemble nous a donné la réaction centrifuge $m\frac{u^2}{\rho'}$, il ne nous reste plus que les réactions suivantes, l'une parallèle à l'axe des y et repré-

sentée par

(23) . . . . . $2m\omega\rho \frac{d\lambda}{dt} \sin \lambda,$

l'autre parallèle à l'axe des z et exprimée par

(24). . . . . $mr\omega^2 + 2m\omega\omega' r$

Retranchons, pour la laisser à part, la réaction $mr\omega^2$, qui n'est autre chose que la réaction centrifuge due à la rotation de la terre prise isolément. Opérons ensuite sur la réaction $2m\omega r\omega'$ et décomposons-la en deux autres, l'une dirigée suivant la verticale et ayant pour mesure

(25). . . . . $2m\omega r\omega' \cos \lambda,$

l'autre dirigée suivant la tangente au méridien et exprimée par

(26). . . . . $2m\omega r\omega' \sin \lambda.$

Il est visible que la résultante des réactions (23) et (26) est dirigée dans le plan horizontal, perpendiculairement à la vitesse u, et qu'elle agit de manière à porter le point p vers la droite ou la gauche du courant, selon qu'il s'agit de notre hémisphère ou de l'autre. On voit de même que cette résultante a pour expression

$$2m\omega \sin \lambda \sqrt{\rho^2 \left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + r^2\omega'^2} = 2m\omega u \sin \lambda.$$

Concluons que, dans le cas traité ci-dessus, les réactions qui s'ajoutent au poids apparent du point p se réduisent à deux, l'une horizontale et dirigée normalement à la vi-

tesse u, sur la droite ou la gauche, selon qu'il s'agit de notre hémisphère ou de l'hémisphère austral, l'autre verticale et agissant en sens contraire de la pesanteur apparente. La première a pour valeur

$$(27). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2m\omega u \sin \lambda.$$

La deuxième est représentée par la somme algébrique

$$(28). \quad . \quad . \quad . \quad m\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right] + 2mr\omega\omega' \cos \lambda,$$

la vitesse angulaire ω' devant être affectée du signe $+$ ou du signe $-$, selon qu'elle est de même sens que la vitesse ω' ou de sens contraire.

7. Au lieu de procéder, comme nous venons de le faire, on peut s'appuyer directement sur le théorème de Coriolis.

En vertu de ce théorème, on connaît d'avance les réactions qui se développent dans le mouvement du point p.

Ces réactions sont au nombre de trois.

La première est due à la rotation de la terre, prise à part et isolément : c'est la force centrifuge $mr\omega^2$. En se composant avec l'attraction que la terre exerce sur le point p, elle produit la pesanteur apparente et détermine la direction du plan horizontal.

La deuxième est celle qui résulterait du mouvement relatif du point p, si ce mouvement subsistait seul. Elle se réduit ici à une force centrifuge dirigée suivant la verticale et ayant pour mesure l'expression (22), savoir

$$\frac{mu^2}{\rho'} = m\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right].$$

La troisième est ce qu'on nomme, d'après Coriolis, la

force centrifuge composée. Elle est exprimée en grandeur par le produit

$$2m\omega.u \sin \alpha,$$

α étant l'angle que la direction de la vitesse u fait avec l'axe terrestre.

Cette réaction est perpendiculaire au plan mené par la vitesse u parallèlement à l'axe de rotation. Elle agit en sens contraire du sens dans lequel la droite qui représente la vitesse u serait entraînée si l'axe de la rotation ω passait par le point p.

Imaginons deux plans menés par le point p, l'un, P, perpendiculaire à l'axe des x, l'autre, Q, perpendiculaire à la vitesse u. Soit D l'intersection de ces deux plans. La force centrifuge composée est dirigée suivant la droite D.

Les cosinus des angles que la vitesse u fait avec les axes coordonnés sont respectivement

$$\cos(u,x) = \frac{1}{u}\frac{dx}{dt}, \quad \cos(u,y) = \frac{1}{u}\frac{dy}{dt}, \quad \cos(u,z) = \frac{1}{u}\frac{dz}{dt}.$$

De là résulte, en désignant par γ l'angle que la droite D fait avec l'axe des z et par η celui qu'elle fait avec la verticale menée par le point p.

$$\cos \eta = \cos \lambda \cos \gamma.$$

On a, d'ailleurs,

$$\frac{1}{u}\frac{dz}{dt} \cos \gamma + \frac{1}{u}\frac{dy}{dt} \sin \gamma = o,$$

vu que la droite D est perpendiculaire à la vitesse u.

Le plan Q, contenant à la fois la droite D, la verticale

menée par le point p et l'horizontale qui part de ce même point suivant la direction perpendiculaire à la vitesse u, il s'ensuit que la force contrifuge composée se décompose en deux forces, l'une dirigée suivant la verticale et ayant pour mesure

$$2m\omega u \sin \alpha . \cos \eta,$$

l'autre horizontale, perpendiculaire à la vitesse u, et ayant pour expression

$$2m\omega u \sin \alpha . \sin \eta.$$

Cela posé il est visible qu'en restreignant au mouvement relatif du point p les équations générales

$$x = \rho \sin \lambda, \quad y = r \sin \varepsilon, \quad z = r \cos \varepsilon, \quad r = \varepsilon + \rho \cos \lambda.$$

Il suffit de différentier une fois ces équations et de poser $\varepsilon = o$ dans les résultats pour obtenir immédiatement les valeurs suivantes

$$\frac{dx}{dt} = \rho \frac{d\lambda}{dt} . \cos \lambda, \quad \frac{dy}{dt} = r \frac{d\varepsilon}{dt} = r\omega',$$

$$\frac{dz}{dt} = \frac{dr}{dt} = -\rho \frac{d\lambda}{dt} . \sin \lambda.$$

On a d'abord

$$\cos. (u,x) = \cos \alpha = \frac{1}{u} \frac{dx}{dt},$$

et, par conséquent,

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{dy^2 + dz^2}}{udt}.$$

Il vient ensuite

$$\text{tang}\ \gamma = -\frac{dz}{dy}.$$

On déduit de là, en premier lieu,

$$\cos\gamma = \frac{dy}{\sqrt{dy^2 + dz^2}};$$

en second lieu

$$\sin\eta = \sqrt{1 - \cos^2\lambda\cos^2\gamma} = \frac{\sqrt{dy^2.\sin^2\lambda + dz^2}}{dy^2 + dz^2}.$$

Dès lors il ne reste plus à faire que de simples substitutions. On trouve ainsi

$$2m\omega u \sin\alpha\cos\eta = 2m\omega\frac{dy}{dt}\cos\lambda = 2mr\omega\omega'\cos\lambda.$$

On a de même

$$\sin\eta = \frac{dt\sqrt{\rho^2\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + r^2\omega'^2}}{\sqrt{dy^2 + dz^2}}\sin\lambda = \frac{udt\sin\lambda}{\sqrt{dy^2 + dz^2}},$$

et, conséquemment,

$$2m\omega u\sin\alpha\sin\eta = 2m\omega u\sin\lambda.$$

De la résultent évidemment les résultats définitifs formulés ci-dessus comme conclusions du numéro qui précède.

8. Considérons, en dernier lieu, le cas général d'un point matériel qui se meut, avec une vitesse constante u, le long d'une ligne quelconque s, tracée à la surface de la terre. Sans rien changer à ce qui précède, désignons par φ

l'angle que le plan de la section normale, menée par le point p suivant la direction de la vitesse u, fait avec le plan osculateur de la ligne s. La seule modification consiste en ce que la force centrifuge due au mouvement relatif du point p est dirigée suivant le rayon de courbure de la ligne s et qu'elle a pour expression

$$\frac{mu^2}{\rho''},$$

ρ'' étant ce rayon de courbure.

On sait qu'on a généralement

$$\rho'' = \rho' \cos \varphi.$$

Il vient donc pour la réaction dont il s'agit

$$\frac{mu^2}{\rho''} = \frac{mu^2}{\rho' \cos \varphi} = \frac{m}{\cos \varphi}\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right].$$

Cette réaction, dirigée suivant le rayon de courbure de la ligne s, se décompose en deux autres, l'une dirigée suivant la verticale et représentée, comme ci-dessus, par

$$(29) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad m\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right],$$

l'autre horizontale, perpendiculaire à la vitesse u et ayant pour mesure

$$(30) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad m\left[\rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R}\right] \operatorname{tang} \varphi.$$

On observera que cette dernière réaction agit du dedans au dehors de la courbe suivant laquelle le cercle oscula-

teur de la ligne s se projette horizontalement. On voit d'ailleurs qu'elle peut acquérir une énergie prépondérante.

Concluons que, dans le cas général d'un point matériel, décrivant, avec une vitesse constante u, une ligne quelconque tracée à la surface de la terre, les réactions qui s'ajoutent au poids apparent de ce point sont au nombre de deux, l'une horizontale, dirigée normalement à la vitesse u et, toutes choses égales d'ailleurs, agissant sur la droite avec plus d'énergie que sur la gauche, l'autre verticale et agissant en sens contraire de la pesanteur apparente. La première a pour expression

$$(31) \quad . \quad . \quad 2m\omega u \sin \lambda \pm m \left[\rho \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R} \right] \operatorname{tang} \varphi,$$

La deuxième est représentée par

$$(32) \quad . \quad . \quad 2mr\omega\omega' \cos \lambda + m \left[\rho \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R} \right].$$

9. Passons du cas d'un simple point matériel à celui d'un cours d'eau dont tous les filets auraient une même vitesse constante u et couperaient à angle droit la section verticale perpendiculaire à l'axe du courant. L'effet des réactions qui s'ajoutent à la pesanteur apparente est de modifier cette pesanteur en grandeur ainsi qu'en direction. Il en résulte que la ligne qui limite la surface du cours d'eau dans la section transversale, s'incline à l'horizon d'un angle i détermine par la relation générale

$$(33) \quad . \quad . \quad \operatorname{tang} i = \frac{2\omega u \sin \lambda \pm \left[\rho \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)^2 + \frac{r^2\omega'^2}{R} \right] \operatorname{tang} \varphi}{g - 2r\omega\omega' \cos \lambda - \rho \left(\frac{d\lambda}{dt} \right)^2 - \frac{r^2\omega'^2}{R}}.$$

Il en résulte en même temps qu'à la pesanteur apparente, représentée par mg pour la masse m, se substitue la force P, exprimée comme il suit :

$$(34). \quad . \quad . \quad P = m\left[g - 2r\omega\omega' \cos\lambda - \rho\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 - \frac{r^2\omega'^2}{R}\right].$$

Les formules (33) et (34) se simplifient dans les cas particuliers traités ci-dessus; elles s'appliquent au cas d'un parallèle, en posant

$$\frac{d\lambda}{dt} = o, \quad r\omega' = u, \quad \varphi = \lambda,$$

au cas d'un méridien, en posant

$$\rho\frac{d\lambda}{dt} = u, \quad \omega' = o, \quad \varphi = o.$$

Lorsqu'on fait abstraction du défaut de sphéricité de la terre, les quantités ρ et R deviennent toutes deux égales au rayon terrestre, et l'on a en général pour une ligne quelconque s

$$(35). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \operatorname{tang} i = \frac{2\omega u \sin\lambda \pm \frac{u^2}{R}\operatorname{tang}\varphi}{g - 2r\omega\omega'\cos\lambda - \frac{u^2}{R}},$$

$$(36) \quad . \quad . \quad . \quad P = m\left(g - 2r\omega\omega'\cos\lambda - \frac{u^2}{R}\right).$$

Ces dernières formules sont, dans tous les cas, très-approchées. On peut d'ailleurs y négliger, par rapport à g, les quantités relativement très-petites $2r\omega\omega'\cos\lambda$ et $\frac{u^2}{R}$. Il vient alors très-simplement

$$(37) \quad . \quad . \quad \operatorname{tang} i = \frac{1}{g}\left(2\omega u \sin\lambda \pm \frac{u^2}{R}\operatorname{tang}\varphi\right),$$

et l'on peut s'en tenir à cette dernière formule, qui donne, pour le cas d'un parallèle,

$$(38) \quad . \quad . \quad \operatorname{tang} i = \frac{1}{g}\left(2\omega u \sin \lambda + \frac{u^2}{R} \operatorname{tang} \lambda\right),$$

et pour le cas d'une ligne quelconque géodésique

$$(39) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \operatorname{tang} i = \frac{2\omega u \sin \lambda}{g}.$$

10. Empruntons à M. Combes l'application particulière qu'il a prise pour exemple, en partant de la formule (39). La valeur moyenne de 45° étant attribuée à λ, on trouve

$$\operatorname{tang} i = \frac{\omega u \sqrt{2}}{g} = \frac{6{,}28 u \sqrt{2}}{86400.\ 9{,}809} = 0{,}00001048.\ u.$$

Il en résulte que, pour un fleuve large de 4 kilomètres et qui coulerait dans notre hémisphère avec une vitesse uniforme de 3 mètres par seconde, le relèvement de l'eau du côté de la rive droite serait de 12 centimètres. Un pareil effet, s'il subsiste seul, ne paraît pas de nature à exercer aucune influence sur le cours du fleuve, lorsque les deux rives, supposées de niveau, conservent chacune une certaine élévation au-dessus du périmètre mouillé. En est-il de même, en cas de crue, lorsque les eaux s'élèvent, et notamment lorsqu'elles débordent. Nous ne le pensons pas. Si le courant peut surmonter la rive droite, tout en restant au-dessous de la rive gauche, il semble qu'il doit exercer sur la rive par laquelle il déborde une action plus marquée que sur l'autre rive.

Imaginons que cette action ait pour résultat une érosion dont la concavité soit tournée vers la rive gauche. Concevons, en outre, qu'un petit cercle de la sphère terrestre remplace la ligne géodésique, considérée d'abord et qui permettait l'emploi de la formule (39). Il faut, en ce cas, recourir à la formule (38), et poser

$$\text{tang } i = \frac{1}{g}\left(2\omega u \sin \omega + \frac{u^2}{R} \text{ tang } \varphi\right).$$

Soit l le rayon du petit cercle pris pour axe du cours d'eau. On a exactement

$$\text{tang } \varphi = \frac{\sqrt{R^2 - l^2}}{l},$$

et approximativement, pour toute valeur de l supposée petite par rapport à R,

$$\text{tang } \varphi = \frac{R}{l}.$$

De la résulte

$$(40). \quad . \quad . \quad . \quad \text{tang } i = \frac{1}{g}\left(2\omega u \sin \lambda + \frac{u^2}{l}\right).$$

On voit aisément, par cette dernière formule, que, pour des valeurs de u et de l, les unes au moins égales à l'unité, les autres égales ou inférieures à 12 kilomètres, le terme $\frac{u^2}{gl}$ acquiert une importance relative prépondérante. Cette importance est telle qu'avec les données précédentes et pour une valeur de 12 kilomètres attribuée à l, le terme $\frac{u^2}{gl}$ dépasse le triple du premier terme. Ce ne serait donc

plus de 12 centimètres seulement, mais de 48 centimètres au moins que les eaux tendraient à se relever du côté de la rive droite.

L'hypothèse d'un courant dont tous les filets auraient même vitesse ne peut se réaliser dans l'ordre naturel où l'adhérence, que ces filets contractent entre eux et avec la paroi mouillée, retarde inégalement leur marche. Il suit de là que le relèvement des eaux vers la rive droite est moindre qu'on l'a supposé tout à l'heure, et qu'un autre effet remplace en partie la dénivellation. Cet effet consiste en ce que les filets animés de la plus grande vitesse se rapprochent de la rive droite plus que de la rive gauche. Il semble assez naturel d'admettre, comme conséquence applicable aux cours d'eau de notre hémisphère, une tendance à ronger leurs rives plus prononcée vers la droite que vers la gauche. Suivant la remarque de M. Combes, ce n'est sans doute qu'à proximité de l'embouchure des fleuves que cette tendance peut, à l'aide du temps, produire des déviations sensibles. Peut-être aussi doit-elle avoir pour effet général d'étendre sur la droite plus que sur la gauche le développement des sinuosités naturelles. M. Desfontaine a observé sur le Rhin, fleuve à fond de sable et de gravier, sujet à des crues subites d'une grande violence, que les rives où la courbure des coudes avait un rayon de 2 kilomètres et demi n'étaient plus sensiblement affouillées. En admettant une vitesse moyenne de 3 mètres par seconde et une courbure uniforme au rayon de 2,500 mètres, on trouve pour valeurs correspondantes des termes $\frac{u^2}{gl}$ et $\frac{\omega u\sqrt{2}}{g}$

$$\frac{u^2}{gl} = 0{,}000367, \quad \frac{\omega u\sqrt{2}}{g} = 0{,}00003144.$$

Il suit de là qu'en assimilant entre eux les effets de la courbure des coudes et ceux de la force centrifuge composée, les premiers devraient l'emporter de beaucoup sur les seconds. Or, s'il est permis de généraliser l'observation de M. Desfontaines, l'effet d'une courbure au rayon de 2,500 mètres cessant d'être sensible, on peut conclure que la rotation de la terre est presque partout sans influence appréciable sur la direction des cours d'eau considérés dans les conditions actuelles de leur régime ordinaire.

—

Note sur la vitesse du bruit du tonnerre ; par M. Montigny, correspondant de l'Académie.

On admet que la distance d'un observateur au point le plus rapproché du sillon lumineux tracé par la foudre dans l'air, est égale à autant de fois 340 mètres qu'il s'écoule de secondes entre l'apparition de l'éclair et la première impression du bruit du tonnerre pour l'observateur. Tel est le mode d'évaluation de la distance d'un orage. Mais, en présence des faits suivants, je me suis demandé si ce mode est bien fondé, et si la vitesse du bruit du tonnerre n'est pas de beaucoup supérieure à la vitesse du son ordinaire, qui, comme on le sait, est de 340 mètres par seconde, à la température de 16°.

Dans la nuit du 28 au 29 septembre dernier, vers deux heures et demie, un violent orage éclata aux environs de Namur, pendant lequel la foudre incendia une ferme au village de Flawinne. Je me trouvais alors à Rhisnes, dans une habitation qui est éloignée de 5200 mètres de cette

ferme (1). Éveillé dès le commencement de l'orage, je vis tout à coup la vive lueur d'un éclair, et presque aussitôt un violent coup de tonnerre éclata avec fracas en produisant ce bruit sec particulier qui annonce la chute de la foudre aux environs. L'intervalle de temps écoulé entre l'éclair et l'éclat de la foudre ne dépassa certainement pas deux secondes. Quelques minutes après, j'aperçus à l'horizon les premières lueurs de l'incendie que la foudre venait d'allumer à Flawinne.

Si l'on calcule le temps qui, théoriquement, aurait dû s'écouler entre l'apparition de l'éclair et l'audition du coup de tonnerre, en divisant par 340 mètres la distance de 5200 mètres de l'habitation de Rhisnes à la ferme incendiée, considérée comme ayant été le foyer sonore, on obtient le chiffre 15,3, qui exprime le nombre de secondes que j'aurais dû compter entre l'éclair et le tonnerre. Or, j'ai la certitude que cet intervalle n'a pas dépassé deux secondes.

Dans le but d'expliquer une différence aussi marquée entre l'observation et le résultat du calcul, on invoquera d'abord l'accélération que la vitesse du vent peut produire sur la propagation du son, quand leurs directions coïncident. A la vérité, un vent du SO. assez intense s'étant élevé pendant l'orage, il aurait pu affecter la vitesse d'un son dans la direction de Flawinne vers Rhisnes, ce dernier village étant au nord du premier. Mais il est impossible d'attribuer à l'action du vent une accélération de la vitesse du son qui puisse expliquer la différence, si mar-

---

(1) Les distances rectilignes, dont il sera question, ont été mesurées à l'aide de la carte détaillée de la Belgique, publiée par MM. Vandermaelen.

quée, entre le court intervalle de temps observé et les quinze secondes déduites du calcul.

Veut-on supposer que la foudre émanant d'un nuage élevé de 680 mètres au-dessus de l'habitation de Rhisnes, ait été frapper la ferme de Flawinne en traçant un sillon lumineux très-incliné à l'horizon? Alors l'audition de l'éclat du tonnerre aurait pu succéder à l'éclair après deux secondes, comme je l'ai observé, parce que la plus courte distance du sillon fulminant au lieu d'audition eût été égale au double des 340 mètres que le son parcourrait en une seconde. Mais, si telle était la cause de la différence signalée, le bruit du craquement de la foudre aurait dû persister pendant 13 secondes environ, tout en perdant progressivement de sa violence. Je n'ai rien observé de semblable : la foudre produisit un bruit sec très-fort, mais de courte durée. Il fut suivi de roulements de tonnerre assez prolongés.

Voici, d'ailleurs, une circonstance qui enlève toute possibilité à la supposition émise. Le lendemain de l'accident, j'en parlai à M. Raucoux, curé de Temploux, village situé à l'ouest de Flawinne. Il avait vu l'éclair et entendu le craquement de la foudre. Je lui demandai quel avait été, d'après son appréciation, l'intervalle écoulé entre les deux phénomènes; il me dit que cet intervalle ne lui avait point paru excéder deux secondes. Or, le presbytère de Temploux se trouvant à 5030 mètres de la ferme incendiée, le son aurait dû employer 14,7 secondes à parcourir cette distance avec la vitesse ordinaire de 340 mètres. Cette nouvelle différence entre le résultat calculé et l'appréciation d'une autre personne détruit entièrement la supposition faite plus haut, parce que la distance du presbytère de Temploux à l'habitation de Rhisnes étant

de 4050 mètres, l'intervalle de temps écoulé, pour M. Raucoux, entre l'éclair et le coup de foudre aurait dû dépasser de beaucoup les deux secondes qu'il a évaluées au *maximum*, si l'éclair eût jailli d'un nuage situé à 680 mètres au-dessus de Rhisnes, et si le bruit se fût propagé avec la vitesse ordinaire de 340 mètres.

Il est important de signaler un troisième fait. M. Raucoux avait jugé, me dit-il, d'après le temps appréciable écoulé entre l'éclair et le coup de foudre, que le point frappé, pendant la nuit du 29 septembre, devait être assez éloigné de son habitation, parce que, la veille, vers cinq heures du matin, pendant un autre orage, la foudre atteignit un arbre de la grand'route, au delà du château de Boquet, et, d'après sa remarque, la détonation suivit immédiatement l'éclair. La distance du château de Boquet au presbytère de Temploux étant de 1500 mètres, si le bruit du coup de foudre avait franchi cet intervalle avec la vitesse de 340 mètres, l'audition du bruit à Temploux, aurait dû survenir après au moins 4 $\frac{1}{2}$ secondes, tandis que l'intervalle de temps entre l'éclair et ce phénomène a été presque inappréciable.

Je citerai un quatrième fait, celui qui le premier a sérieusement attiré mon attention sur la question traitée.

Pendant l'été de 1859, la foudre frappa deux habitations du faubourg de Borgerhout, près d'Anvers, à deux orages différents. La seconde fois, elle commit beaucoup de dégâts dans une petite maison de la rue *Digue de Pierres*. Je vis l'éclair, puis j'entendis le violent coup de tonnerre après un intervalle de temps tellement court, que je crus à un coup de foudre sur un point assez rapproché, tel que la tour de la cathédrale. Cependant, la distance de mon habitation au point qui venait d'être frappé de la foudre

à Borgerhout étant de 1800 mètres, avec la vitesse assignée au son, le bruit aurait dû succéder à l'éclair après 5,3 secondes de temps seulement.

Il faudrait conclure des faits précédents que le bruit de la foudre, au moins quand elle frappe un objet terrestre, se propage avec une vitesse beaucoup plus grande que 340 mètres. Je ferai remarquer que les différences entre les résultats de l'observation et du calcul sont trop considérables pour que l'on puisse les attribuer à des erreurs d'appréciation de ma part. D'ailleurs, lors de l'orage qui alluma l'incendie à Flawinne, l'intervalle de temps *maximum* auquel j'ai limité l'instant écoulé entre l'éclair et l'audition du coup de foudre, coïncide avec l'appréciation personnelle de M. Raucoux, qui se trouvait à peu près à la même distance que moi du lieu atteint par la foudre.

Le fait signalé a peut-être déjà frappé passagèrement des observateurs; en recueillant leurs souvenirs, ils pourront se rappeler avec quelle surprise ils ont connu le lieu que la foudre venait d'atteindre pendant un orage, sa distance ayant surpassé de beaucoup celle qu'ils présumaient d'après le court intervalle de temps écoulé entre l'éclair et le fracas de la foudre. Quoi qu'il en soit, je n'ai trouvé ni dans la remarquable *Notice sur le tonnerre* d'Arago (1), ni dans plusieurs ouvrages de météorologie, aucun fait d'après lequel il faille attribuer au bruit du tonnerre une vitesse de propagation supérieure à 340 mètres.

Ce manque de documents ne doit pas trop nous surprendre : c'est accidentellement que les circonstances de

---

(1) *OEuvres complètes d'Arago, Notices scientifiques*, t. I.

nature à éveiller l'attention et à la fixer sur le fait en question peuvent se trouver suffisamment précisées, comme elles le furent pendant l'orage du 29 septembre dernier. Il aurait fallu d'ailleurs que les observateurs prévenus se fussent pour ainsi dire tenus aux aguets pendant des orages, afin de noter le temps écoulé entre chaque éclair et le bruit du tonnerre, et qu'en outre, parmi tous les coups, l'un d'eux pût être infailliblement attribué à la chute de la foudre sur un objet terrestre situé à une distance bien déterminée. Je désire vivement que des observations soient entreprises afin de bien préciser le fait signalé.

Je ferai ici une remarque qui n'est pas sans importance. Pendant les orages, le bruit du tonnerre succède souvent très-rapidement à l'éclair; j'invoquerai à ce sujet, le témoignage d'Arago : « En consultant mes propres sou-
» venirs, dit-il, je suis certain de rester dans les limites
» de la vérité; je me flatte même de ne m'exposer à la déné-
» gation d'aucun observateur exercé, si je dis que souvent
» l'intervalle entre l'éclair et le bruit n'est pas d'une demi-
» seconde (1). » D'après cette appréciation que personne ne contestera, il faut nécessairement admettre que si la vitesse du bruit du tonnerre est de 340 mètres seulement, au plus fort des orages, au moment où moins d'une demi-seconde s'écoule entre les éclairs et les fracas de la foudre, sans chute à la surface du sol, les nuages orageux sont élevés à moins de 170 mètres au-dessus de nos têtes. Or, la généralité des observations les mieux établies prouve que dans nos contrées, et surtout dans les pays de montagnes, où ces sommités présentent des espèces de repères dont la hauteur a pu être fixée par des nivellements, l'élévation

---

(1) *Notices*, p. 83.

des nuages orageux la plus ordinaire dépasse plusieurs centaines de mètres et quelquefois plus de deux à trois mille mètres. Faut-il admettre qu'au plus fort des orages, lorsque les éclats de la foudre succèdent si rapidement aux éclairs, les nuages orageux s'abaissent toujours à moins de 170 mètres au-dessus du sol ? Cette conséquence de l'appréciation d'Arago et de la vitesse du bruit du tonnerre limitée à 340 mètres, est difficilement admissible, me paraît-il, pour la généralité des cas, quoique M. Haidinger ait cité deux exemples très-remarquables où des nuages fulminants ont été vus très-près du sol (1).

S'il faut attacher à cette remarque l'importance que je suis porté à lui attribuer, on doit en conclure que la vitesse du bruit du tonnerre surpasse 340 mètres, non-seulement lorsque la foudre frappe des objets terrestres, comme dans les cas cités, mais aussi quand elle s'élance entre les nuages.

L'excès de vitesse si marqué du bruit du tonnerre sur celui du canon, qui, d'après l'expérience, parcourt 340 mètres par seconde, ne serait pas la seule particularité qui distinguât le premier bruit du second. Des éclats de foudre, dont le bruit formidable, entendu à proximité, a été quelquefois comparé à la détonation de cent pièces de canon éclatant à la fois (2), ne se propagent pas à de plus grandes distances que 4 à 6 lieues de poste, tandis que le bruit du canon s'entend quelquefois à plus de 20 et même 30 lieues de distance (3).

Je ne puis passer sous silence le désaccord qui surgit

---

(1) *Notices* d'Arago, p. 20 à 28.
(2) *Id.*, p. 81.
(3) *Id.*, p. 233.

entre les faits cités, d'après lesquels la vitesse du bruit du tonnerre excéderait de beaucoup celle du bruit du canon, et la théorie ordinairement admise, qui indique que les sons, forts ou faibles, doivent se propager également vite dans l'air. Il est vrai de dire que cette non-influence théorique de l'intensité du son est établie pour un état vibratoire de l'air qui est excité par de petites condensations, telles que celles qui se produisent dans le mouvement ondulatoire provoqué par un son musical. Mais les excitations vibratoires de l'air sont tout autres lors des détonations de la foudre : le passage du fluide électrique dans l'air détermine, aux points qu'il traverse, des effets de dilatation et de condensation extrêmement violents. Déjà l'étincelle électrique de nos machines dilate fortement l'air, en franchissant la courte distance des deux petites boules qui sont placées dans le cylindre de l'instrument connu, en physique, sous le nom de *thermomètre de Kinnersley*. D'après quelques expériences que j'ai faites récemment, par un temps assez sec, à l'aide d'une machine électrique dont le plateau a $0^m,58$ de diamètre, la décharge d'une bouteille de Leyde, après quinze tours du plateau, produisit une dilatation subite égale à $\frac{1}{141}$ du volume d'air que l'étincelle traversa dans le cylindre fermé de l'instrument cité. Après trente tours, cette dilatation s'est élevée à $\frac{1}{121}$ (1).

---

(1) Dans ces premières expériences, le niveau entre le cylindre et le petit tube latéral du thermomètre de Kinnersley, ne s'est point rétabli aussitôt après la décharge : le liquide est d'abord retombé au tiers environ de la plus grande hauteur à laquelle il s'était élevé dans le petit tube; puis il redescendit progressivement jusqu'à son point de départ, après un temps très-court, mais appréciable. Ce fait démontre d'une manière irréfutable, et contrairement à ce qui a été déjà prétendu, que le volume d'air traversé par l'étincelle électrique éprouve une élévation de température sensible.

L'effet d'une simple décharge électrique, lui-même si faible comparativement aux effets que développe la foudre dans l'air, surpasse de beaucoup en grandeur les condensations que l'air subit au voisinage d'un corps sonore. Ainsi, il résulte des fluctuations qu'un baromètre a accusées auprès d'une forte cloche en vibration, que les accroissements de la force élastique de l'air, dus aux ondes sonores produites par les percussions mêmes du battant, n'ont point dépassé $\frac{1}{5900}$ de la force élastique de l'air ambiant (1).

Si l'on ajoute à ces considérations que la foudre, en sillonnant l'air, non-seulement développe de la chaleur, mais qu'elle donne lieu à des phénomènes chimiques, tels que la combinaison partielle de l'oxygène avec l'azote de l'air pour former de petites quantités d'acide azotique, on concevra que le bruit du tonnerre diffère essentiellement, sous le rapport de sa génération dans l'air, des ondes sonores produites par un corps vibrant, ondes que la théorie mathématique ordinaire considère particulièrement dans les lois de la propagation du son.

Voici, d'autre part, un fait qui tend à prouver que, contrairement aux conséquences théoriques, appliquées à la propagation de toute espèce de bruits ou de sons, les bruits très-forts se propagent plus vite dans l'air que des sons faibles. Lors d'une expédition au pôle nord du capitaine sir J. Franklin, pendant que l'on faisait des expériences où il était nécessaire de tirer le canon sur un mot de commandement donné par un officier, des personnes

---

(1) Voir une notice concernant l'*Influence du son des cloches sur le baromètre*, publiée dans les *Bulletins de l'Académie*, 2me série, t. VI, n° 2.

stationnées à la distance de quelques milles, avaient constamment entendu le commandement de *feu* après le bruit du canon. Ce fait tendant à prouver que le bruit du canon se propage plus vite que la voix humaine, avait été rapporté dans le temps par sir James Ross; il l'a de nouveau confirmé dans une des séances de l'Association britannique, en 1858. Sir J. Ross faisait partie de l'expédition dont il s'agit, et il est précisément l'officier qui commandait le feu dans l'occasion en question (1).

Le fait précédent a été rappelé dans la séance de l'Association à l'occasion d'une observation très-importante, faite par un de ses membres, au sujet de la théorie mathématique du son, et dont il convient de parler ici. M. Earnshaw aurait fait voir que les conséquences de la théorie ordinairement admise ne sont point rigoureuses, parce que, dans le but de surmonter une difficulté d'intégration, on a recours à une supposition ou moyen approximatif qui est incompatible avec les propriétés de l'air. Partant de là, M. Earnshaw aurait réussi à traiter le problème sans supposition approximative. Il est arrivé, paraîtrait-il, à une solution qui l'a mis en possession de la clef de diverses propriétés du son. Entre autres particularités, cette solution explique le décroissement rapide des sons violents, et elle montre que, si la vitesse de propagation dans l'air est la même pour les sons dont la génération ne diffère pas beaucoup en intensité, il n'en est plus ainsi quand les sons se distinguent essentiellement sous le rapport de la force. Ainsi, d'après cette nouvelle théorie,

---

(1) On peut consulter, à l'égard du fait cité et des remarques de M. Earnshaw, le n° 1307 du journal *l'Institut*, p. 25, et le t. XIII du journal *Cosmos*, p. 565, d'après lesquels les résumés en question ont été faits.

un son violent, par exemple, le bruit d'une arme à feu doit se propager plus rapidement qu'un son doux, tel que celui d'un instrument ou de la voix humaine.

Les faits concernant la vitesse de propagation du bruit du tonnerre qui ont été cités dans cette notice, constituent-ils un nouvel argument en faveur de la théorie de M. Earnshaw? On serait porté à l'admettre, me paraît-il.

—

Note sur quelques propriétés des lignes tracées sur une surface quelconque; par M. Ph. Gilbert, professeur à l'université de Louvain.

Le but de cette note est de faire connaître quelques propriétés générales des lignes tracées sur une surface quelconque d'après certaines conditions. Ces propriétés se tirent facilement de la formule qui, dans le calcul des variations, conduit à l'équation différentielle des lignes de plus courte distance ou *lignes géodésiques* sur une surface donnée. M. Bertrand, dans ses leçons au collége de France, en 1855, s'est servi de cette formule pour établir certains théorèmes donnés par Gauss, dans ses *Recherches sur les surfaces courbes;* mais nous ne pensons pas que depuis d'autres géomètres aient fait usage des mêmes considérations pour en tirer de nouvelles propriétés.

§ I.

Si l'on représente par s la longueur d'une courbe quelconque tracée sur une surface donnée, entre deux points

(x_1, y_1, z_1) et (ξ, η, ζ), on a :

$$s = \int_{x_1}^{\xi} \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2},$$

et sa variation δs, lorsque les extrémités se déplacent en même temps que la forme de la courbe change sur la surface, est donnée, en posant :

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}, \quad p = \frac{dx}{ds}, \quad q = \frac{dy}{ds}, \quad r = \frac{dz}{ds},$$

par la formule suivante :

$$(1). \quad \left\{ \begin{aligned} \delta s = p'\delta\xi + q'\delta\eta + r'\delta\zeta - (p_1\delta x_1 + q_1\delta y_1 + r_1\delta z_1) - \\ \int_{x_1}^{\xi} (dp.\delta x + dq.\delta y + dr.\delta z). \end{aligned} \right.$$

On sait que (p', q', r') sont les valeurs de p, q, r, correspondantes à l'extrémité (ξ, η, ζ) de la ligne tracée, et (p_1, q_1, r_1) les valeurs correspondantes à (x_1, y_1, z_1).

On sait aussi que p, q, r sont respectivement les cosinus des angles que fait la tangente à la courbe donnée en un point quelconque (x, y, z) avec les axes Ox, Oy, Oz. L'équation de la surface étant :

$$F(x, y, z) = o,$$

les variations δx, δy, δz satisfont à l'équation :

$$\frac{dF}{dx}\delta x + \frac{dF}{dy}\delta y + \frac{dF}{dz}\delta z = o,$$

et si l'on cherche à déterminer la courbe de telle manière qu'elle soit la plus courte que l'on puisse mener entre ses

extrémités sur la surface, on doit poser $\delta s = o$, ce qui conduit, comme on sait, aux équations :

$$(2) \ldots\ldots \quad \frac{dp}{\frac{dF}{dx}} = \frac{dq}{\frac{dF}{dy}} = \frac{dr}{\frac{dF}{dz}},$$

qui montrent que le *plan osculateur de la courbe cherchée est constamment normal à la surface.*

L'équation (1), d'où se tirent ainsi les équations des *lignes géodésiques* d'une surface donnée, peut aussi servir à établir diverses propriétés de ces lignes, et cela d'une manière assez simple. Concevons en effet que la courbe *variable* dont la longueur est représentée par s, ne cesse pas d'être une ligne géodésique. Comme elle satisfera en chacun de ses points aux équations (2), la partie de δs, qui est exprimée par une intégrale dans l'équation (1), sera nulle d'elle-même, et disparaîtra, de sorte que la variation de la longueur d'une ligne géodésique sera donnée simplement par la formule :

$$(3) \ldots \quad \delta s = p'\delta\xi + q'\delta\eta + r'\delta\zeta - (p_1\delta x_1 + q_1\delta y_1 + r_1\delta z_1).$$

Les extrémités (ξ, η, ζ), (x, y, z) seront soumises à certaines conditions. Appelons $\delta\sigma$, δs_1 les arcs infiniment petits qu'elles doivent décrire sur la surface, φ, φ_1 les angles sous lesquels ces arcs sont coupés par la ligne géodésique variable que l'on considère. On a évidemment :

$$\cos\varphi = p'\frac{\delta\xi}{\delta\sigma} + q'\frac{\delta\eta}{\delta\sigma} + r'\frac{\delta\zeta}{\delta\sigma},$$

$$\cos\varphi_1 = p_1\frac{\delta x_1}{\delta s_1} + q_1\frac{\delta y_1}{\delta s_1} + r_1\frac{\delta z_1}{\delta s_1},$$

d'où nous concluons de suite :

$$(4). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \delta s = \delta\sigma \cos\varphi - \delta s_1 \cos\varphi_1.$$

Cette expression est celle dont nous allons faire usage; on en déduit sans peine les propriétés des lignes géodésiques données par Gauss, dans son mémoire sur la théorie des surfaces (*).

§ II.

Considérons une courbe PMQ (fig. 1) tracée sur une surface, et définie par une relation entre les longueurs s et s' des lignes géodésiques, menées d'un point quelconque de cette courbe normalement à deux courbes données AB, CD sur cette surface.

On aura donc pour équation de la courbe PMQ :

$$F(s, s') = o.$$

Désignons par φ, φ' les angles sous lesquels les lignes géodésiques *coordonnées* MM_1, MM_2, coupent respectivement la courbe PMQ. Les variations δs, $\delta s'$, calculées par la formule (4), en observant que chaque ligne géodésique reste toujours normale à l'une des courbes AB, CD, sont :

$$\delta s = \delta\sigma \cos\varphi, \qquad \delta s' = \delta\sigma \cos\varphi',$$

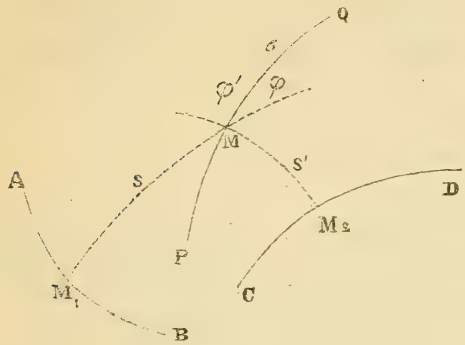
et comme on a d'ailleurs :

$$\frac{dF}{ds}\,\delta s + \frac{dF}{ds'}\,\delta s' = o,$$

(*) Gauss, *Disquisitiones generales circa superficies curvas;* Comm. de Göttingue, t. VI.

On obtient l'équation :

$$(5). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \frac{dF}{ds} \cos \varphi + \frac{dF}{ds'} \cos \varphi' = o.$$

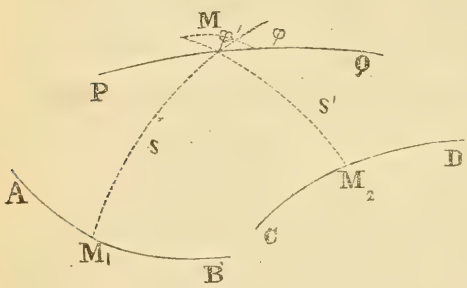


(*Fig.* 1.)

Examinons quelques cas particuliers du problème général que nous venons de résoudre. Supposons, par exemple, que la ligne PMQ jouisse de cette propriété, que *la somme des distances géodésiques* MM_1, MM_2, *soit constante*. On aura donc : $s + s' =$ const., et l'équation (5) deviendra :

$$\cos \varphi + \cos \varphi' = o,$$

ce qui montre que les angles φ et φ' sont supplémentaires l'un de l'autre (*fig.* 2). De là cette propriété : *Si l'on trace sur une surface quelconque une courbe telle que la somme des distances géodésiques de chacun de ses points à deux courbes tracées sur cette surface soit constante, sa tangente sera également inclinée sur les deux lignes géodésiques qui mesurent les distances du point de contact à ces deux courbes.*

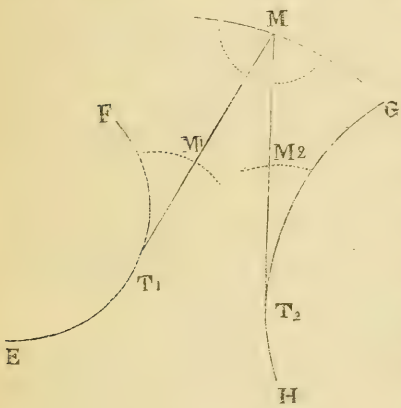


(*Fig.* 2.)

L'ellipse est un cas très-particulier, celui où la surface est un plan et où les deux courbes directrices se réduisent à deux points.

§ III.

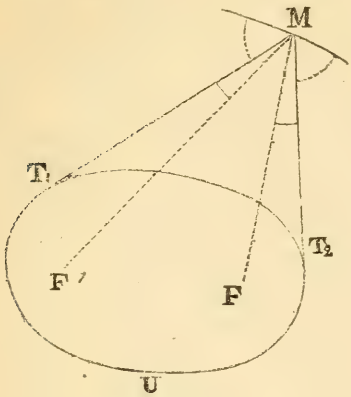
Supposons que la surface donnée se réduise à un plan : les lignes géodésiques deviennent des lignes droites, et l'on peut facilement réaliser les conditions ci-dessus au moyen d'un tracé continu.



(*Fig* 3.)

Traçons deux courbes à volonté, EF, GH : supposons un fil fixé par ses extrémités en deux points pris sur ces deux courbes, et enroulé sur ces courbes dont il se détache tangentiellement, suivant les tangentes T_2M, T_1M, au moyen d'une *pointe à tracer* qui tient ce fil constamment tendu, de telle manière qu'en s'enroulant sur EF, par exemple, il se déroule sur GH. Il est clair qu'un point M_1 du fil décrira une développante de la courbe EF; un autre point, tel que M_2, décrira une développante de la courbe GH : cela résulte de la construction même, et les portions rectilignes MT_1, MT_2, du fil, seront constamment normales à ces développantes respectivement. Il est donc évident que la courbe tracée par la pointe sera telle que la somme des distances MM_1, MM_2, de chacun de ses points à deux courbes données, sera constante, ce qui rentre dans les conditions du théorème précédent. D'où il suit : que la *courbe décrite par la pointe dans les conditions que nous venons d'indiquer, a sa tangente en chaque point également inclinée sur les deux portions du fil qui aboutissent à ce point.*

Le théorème a lieu, quelles que soient les deux courbes données : il subsiste donc si l'on prend deux portions d'une même courbe.



(*Fig.* 4.)

Prenons, par exemple, une courbe fermée (*fig.* 4), entourons-la d'un fil sans fin, tendu par une pointe à tracer, de manière qu'une portion du fil T_1 UT_2 soit appliquée sur la courbe, et l'autre forme deux droites T_1M, T_2M qui se raccordent au point décrivant M. Il est clair que la proposition précédente subsiste.

Si la courbe donnée est une ellipse, on sait que les tangentes MT_1, MT_2, menées d'un point extérieur M, sont également inclinées sur les rayons MF′, MF, menés respectivement du point M aux deux foyers. Rapprochons cette propriété de celle que nous venons de démontrer : il devient évident que la courbe décrite par la pointe M coupe à chaque instant, sous des angles égaux, les deux rayons vecteurs MF, MF′, et n'est autre, par conséquent, qu'une ellipse qui a F et F′ pour foyers. Donc :

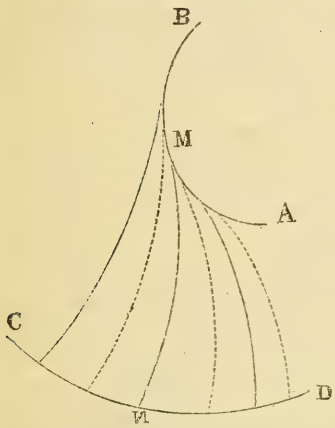
Si l'on enroule un fil fermé, de longueur quelconque, autour d'une ellipse, et que l'on tienne ensuite ce fil toujours tendu au moyen d'une pointe à tracer, en sorte qu'il s'enroule dans un sens et se déroule dans l'autre, la pointe décrit une ellipse homofocale à l'ellipse proposée.

Et comme le périmètre total du fil est constant, ainsi que celui de l'ellipse donnée, leur différence est aussi constante, et l'on a ainsi immédiatement cette belle propriété connue des ellipses homofocales :

La somme des longueurs MT_1, MT_2 *des tangentes menées d'un point quelconque d'une ellipse à une ellipse homofocale et intérieure, diminuée de l'arc compris sur celle-ci entre les points de contact, est constante.*

§ IV.

Pour étendre ces considérations aux lignes tracées sur une surface non plane, concevons d'abord que l'on mène sur cette surface une courbe AB (*fig.* 5), et qu'un fil MN primitivement appliqué sur cette courbe en soit détaché successivement, restant toujours tangent à la courbe et tendu sur la surface : un de ses points N décrira une certaine courbe CD. D'ailleurs le fil MN traçant constamment une ligne géodésique sur la surface, la variation de la longueur MN sera donnée par la formule (4) :



(*Fig.* 5.)

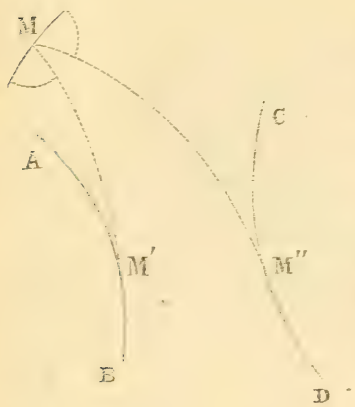
$$\delta s = \delta\sigma \cos\varphi - \delta s_1 \cos\varphi_1,$$

et comme $\delta s = \delta\sigma$, que $\cos\varphi = 1$, il est clair que $\cos\varphi_1 = o$, d'où $\varphi_1 = 90^\circ$; donc l'angle φ_1 est droit, c'est-à-dire que la ligne formée par le fil est constamment normale à la courbe CD qui décrit le point N sur la surface donnée. De là cette propriété analogue à celle des développées des courbes planes, et qui la contient :

(Fig. 5). *Étant donnée une courbe* CD *sur une surface, si par les points de cette courbe on lui mène normalement*

des lignes géodésiques, le lieu géométrique des intersections successives de celles-ci sera une certaine courbe AB *sur la surface. La différence des longueurs de deux lignes géodésiques tangentes à* AB *et terminée à* CD, *est égale à l'arc de la courbe* AB *compris entre leurs points de contact.*

Cela établi, on peut déduire de cette propriété, par une marche identique à celle du paragraphe précédent, le moyen de tracer d'un mouvement continu une courbe telle que la somme des distances géodésiques de chaque point à deux courbes données sur la surface, soit constante, et on obtient cet énoncé (*fig.* 6) :



(*Fig.* 6.)

Deux courbes AB, CD, *étant données sur une surface, on fixe les extrémités d'un fil sur les courbes, et on le plie suivant chacune des deux courbes, de manière qu'il s'en détache suivant deux lignes géodésiques* M'M, M''M, *tangentes à* AB, CD, *au moyen d'une pointe qui tient le fil constamment tendu sur la surface : la pointe décrira une courbe coupant constamment sous des angles égaux les deux lignes géodésiques* M'M, M''M *formés par le fil.*

On peut, comme plus haut, remplacer les deux courbes par une seule courbe fermée, autour de laquelle s'appliquerait en partie un fil fermé, de longueur quelconque, et il en résulterait toujours la même propriété dans la courbe tracée par la pointe.

Il resterait à reconnaître dans quels cas la belle propriété des ellipses homofocales peut être généralisée, en

remplaçant les lignes droites par des lignes géodésiques de la surface que l'on considère. Il est clair, par exemple, qu'elle subsiste pour une surface développable quelconque, parce que le développement de la surface sur un plan ne change pas la longueur des arcs, et que les lignes géodésiques deviennent alors des lignes droites, ce qui ramène au théorème connu.

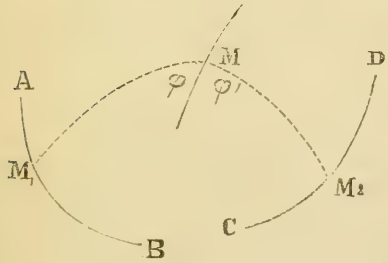
Le même théorème est encore vrai pour les ellipses sphériques, et enfin M. Chasles l'a aussi démontré pour les lignes de courbure de l'ellipsoïde, qui sont susceptibles d'une description semblable à celle de l'ellipse, en prenant pour foyers les ombilics de la surface.

§ V.

La formule (4) s'applique aussi facilement à une courbe tracée sur une surface quelconque d'après la condition que *la différence des distances géodésiques de chacun de ses points à deux courbes données sur la surface, soit constante.* Raisonnant comme dans le § 2, on trouvera :

$$\cos\varphi - \cos\varphi' = o, \qquad \varphi = \varphi',$$

donc la *courbe engendrée suivant cette loi coupe en deux parties égales l'angle des lignes géodésiques menées de chacun de ses points normalement aux courbes données* (*fig.* 7.)

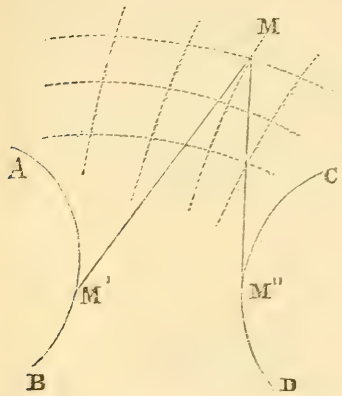


(*Fig.* 7.)

Sans entrer dans les détails, comme plus haut, observons qu'il sera facile, dans le cas où la surface donnée est un plan, de réaliser le mouvement d'une

pointe traçante dans les conditions ci-dessus, en généralisant la description de l'hyperbole par un mouvement continu (*). On peut donc, d'une manière très-simple, trouver dans le plan une infinité de systèmes de courbes qui se coupent orthogonalement et même les décrire par un mouvement continu. En effet :

Traçons dans le plan deux courbes à volonté, enroulons un fil sur ces deux courbes, et traçons, comme au § III, une courbe au moyen d'une pointe qui tienne le fil toujours tendu : en donnant successivement à ce fil diverses longueurs, nous obtiendrons un premier système de courbes. Faisons ensuite mouvoir la pointe de manière à retrancher constamment des quantités égales sur les deux parties du fil qui sont tangentes aux deux courbes données, nous aurons un second système de courbes. Or, il résulte évidemment des propriétés démontrées que ces deux systèmes se couperont partout orthogonalement.



(*Fig.* 8.)

C'est une généralisation de la propriété des ellipses et des hyperboles homofocales. On pourrait étendre ces considérations à des courbes tracées sur une surface quelconque.

(*) Ainsi, l'on pourra fixer deux fils par une de leurs extrémités, chacun en un point pris respectivement sur les deux courbes; on enroulera chaque fil sur la courbe correspondante, et on tiendra ces deux fils constamment tendus au moyen d'un anneau glissant sur ces deux fils, en sorte que, dans son mouvement, il retranchera constamment des quantités égales sur ces deux fils, ce qui suffit pour réaliser les conditions proposées.

§ VI.

On pourrait encore faire bien d'autres applications de l'équation (4). Bornons-nous à certains cas particuliers très-simples.

Considérons une courbe *telle que le rapport des distances géodésiques de chacun de ses points, à deux courbes données sur la même surface, soit constant.*

On aura ici :

$$\frac{s}{s'} = k, \text{ ou } s - ks' = o, \cos\varphi - k\cos\varphi' = o, \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi'} = k = \frac{s}{s'}.$$

Les angles φ et φ' auront donc leurs cosinus dans un rapport constant.

Lorsque la surface est un plan, que l'une des courbes se réduit à une ligne droite et l'autre à un point, la courbe est une section conique dont k est le rapport e de l'excentricité au demi-grand axe. Ainsi, dans *toute section conique, les cosinus des angles que fait la tangente avec les droites menées du point de contact à un foyer et à la directrice correspondante, sont dans un rapport constant*, égal à e.

D'où l'on déduit cette propriété curieuse relativement à la réfraction.

Les rayons lumineux qui arrivent, parallèlement au grand axe, sur une ellipse dont l'indice de réfraction est égale à $\frac{1}{e}$, *vont converger à l'un des foyers.*

Les rayons lumineux qui arrivent, parallèlement à l'axe réel, sur une branche d'hyperbole dont l'indice de réfraction est égal à $\frac{1}{e}$, *divergent, après la réfraction, comme s'ils venaient du foyer de l'autre branche.*

Supposons maintenant *que le produit des distances géodésiques de chaque point de la courbe à deux courbes tracées sur la surface, soit constant :*

On a

$$ss' = k, \qquad s' \cos \varphi + s \cos \varphi' = o. \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

Le rapport des cosinus des angles φ *et* φ' *est donc égal au rapport des distances* s *et* s', *pris en signe contraire.*

Dans le cas particulier où la surface proposée se réduit à un plan, l'équation (α) donne la construction suivante :

Lorsqu'une courbe est telle que le produit des normales abaissées de chacun de ses points sur deux courbes données est constant, si l'on prolonge ces deux normales chacune d'une longueur égale à l'autre, la diagonale du parallélogramme, construit sur ces deux prolongements, sera la normale à la courbe cherchée.

Cette construction s'applique immédiatement à la lemniscate, où les deux courbes données se réduisent à deux points, et à l'hyperbole, où chaque courbe se réduit à une ligne droite.

§ VII.

L'équation (4) peut aussi être utile dans la théorie des surfaces.

Supposons qu'une surface soit définie par une équation entre les normales s, s', s'', menées d'un point quelconque (ξ, η, ζ) de cette surface à trois surfaces fixes données. En sorte que

$$F(s, s', s'') = o$$

sera l'équation de la surface cherchée exprimée au moyen

des coordonnées s, s', s''. Si l'on désigne, en outre, par $\delta\sigma$ l'arc infiniment petit pris à partir du point (ξ, η, ζ) dans une direction quelconque sur la surface, et par φ, φ', φ'', les angles respectifs de cette direction, qui est une tangente à la surface, avec les prolongements des normales s, s', s'', on aura, en vertu de la formule (4) :

$$\delta s = \delta\sigma \cos\varphi, \quad \delta s' = \delta\sigma . \cos\varphi', \quad \delta s'' = \delta\sigma \cos\varphi'',$$

et comme, d'ailleurs,

$$\frac{dF}{ds}\delta s + \frac{dF}{ds'}\delta s' + \frac{dF}{ds''}\delta s'' = o,$$

il vient :

$$(6). \quad . \quad . \quad \frac{dF}{ds}\cos\varphi + \frac{dF}{ds'}\cos\varphi' + \frac{dF}{ds''}\cos\varphi'' = o.$$

Cette équation donne cette proposition remarquable

que, *Si l'on prolonge les normales s, s', s'' au delà du point (ξ, η, ζ), de longueurs égales respectivement à $\frac{dF}{ds}$, $\frac{dF}{ds'}$, $\frac{dF}{ds''}$, la somme algébrique des projections de ces longueurs sur une tangente quelconque à la surface au point (ξ, η, ζ), est égale à zéro.*

Mais, d'un autre côté, on sait (*) que, *Si l'on projette trois arêtes contiguës d'un parallélipipède sur une droite perpendiculaire à la diagonale qui aboutit au point de concours de ces trois arêtes, la somme algébrique de ces*

(*) Cette propriété du parallélipipède se démontre très-simplement en partant des théorèmes connus sur la composition des forces.

trois projections sera égale à zéro; d'où il suit que le lieu des tangentes à la surface au point (ξ, η, ζ), c'est-à-dire le plan tangent, est perpendiculaire à la diagonale du parallélipipède construit sur les prolongements $\frac{dF}{ds}$, $\frac{dF}{ds'}$, $\frac{dF}{ds''}$. De là cette construction :

Une surface étant définie par les distances s, s', s'' *de chaque point à trois surfaces données, au moyen d'une équation* F (s, s', s'') = o, *on prolongera les normales* s, s', s'', *de quantités respectivement proportionnelles à* $\frac{dF}{ds}$, $\frac{dF}{ds'}$, $\frac{dF}{ds''}$, *et l'on construira un parallélipipède sur ces trois prolongements : la diagonale de ce parallélipipède est la normale à la surface proposée au point considéré.*

Supposons, par exemple, que la somme des distances s, s', s'' soit constante, on aura

$$s + s' + s'' = \text{cons.}, \quad \frac{dF}{ds} = \frac{dF}{ds'} = \frac{dF}{ds''} = 1,$$

Donc *on prolongera les coordonnées* s, s', s'' *d'une même longueur arbitraire*, et le parallélipipède construit sur ces trois prolongements aura pour diagonale la normale à la surface cherchée.

Cette construction s'applique sans peine au cas où les trois surfaces fixes se réduisent à trois points; la surface engendrée correspond dans l'espace à l'ellipse dans le plan.

Soit encore une surface telle *que le produit des distances de chacun de ses points à trois points fixes est constante.* On a ici

$$ss's'' = k^3, \quad \frac{dF}{ds} = s's'', \quad \frac{dF}{ds'} = ss'', \quad \frac{dF}{ds''} = ss',$$

ou bien

$$\frac{dF}{ds} = \frac{k^3}{s}, \quad \frac{dF}{ds'} = \frac{k^3}{s'}, \quad \frac{dF}{ds''} = \frac{k^3}{s''}.$$

On portera donc sur le prolongement des rayons s, s', s'' des longueurs respectivement proportionnelles à $\frac{1}{s}, \frac{1}{s'}, \frac{1}{s''}$, et on construira la diagonale comme ci-dessus, qui sera la normale à la surface $ss's'' = k^3$.

M. Van Beneden, en déposant deux mémoires nouveaux, présente les observations suivantes :

« J'ai l'honneur de communiquer à la classe deux mémoires sur la faune littorale de la Belgique; l'un traite des *Cétacés*, l'autre des *Turbellariés*.

» Le premier mémoire comprend le résultat de quelques observations faites sur le *Delphinus globiceps* qui a été trouvé mort en mer, il y a un mois, par des pêcheurs de Heyst, puis quelques remarques sur deux individus de *Lagenorhynque albirostre*, et un squelette de *Lagenorhynque d'Eschricht*. Dans un chapitre à part, je fais l'énumération des espèces de cétacés vivants, observés jusqu'à présent dans nos parages ou vus dans la mer du Nord, et qui peuvent venir échouer sur notre littoral.

» Pour prévenir autant que possible la confusion des espèces, j'ai indiqué les musées où les divers squelettes sont déposés.

» Ce mémoire est accompagné de deux planches, représentant le *Lagenorhynque albirostre* et quelques détails anatomiques.

» Le second mémoire a pour titre : les *Turbellariés*. Il est divisé en deux parties : la première comprend la description des espèces que j'ai eu l'occasion d'observer sur nos côtes, avec des remarques sur leur structure anatomique et leur développement; dans la seconde partie, je résume ce que les recherches sur les différentes espèces m'ont appris. Le principe que les phénomènes de digenèse et de métamorphose sont d'autant plus complets et plus étendus que les œufs sont moins grands et plus nombreux, y est pleinement confirmé.

» L'évolution embryonnaire est bien plus variée qu'on ne le supposait, il y a quelques années.

» Ce travail est accompagné de sept planches. »

Ces mémoires sont renvoyés à l'examen de MM. de Selys-Longchamps et Jules d'Udekem.

Recherches sur la genèse et les métamorphoses de la PEZIZA SCLEROTIORUM Lib.; par M. Eugène Coemans.

Vix ullibi plura observanda restant, quam in historia Sclerotiaceorum.
(FRIES, *S. V. S.*)

On avait longtemps cru, avec le célèbre mycologue d'Upsal (1), que toute production fongine présentant une forme caractéristique constante et se reproduisant sous cette forme était une espèce véritable, un champignon

(1) Fries, *Sum Veg. Scand.*, p. 483.

autonome. Mais aujourd'hui de nombreuses observations, et surtout les belles recherches de M. Tulasne, de l'Institut, ont prouvé qu'une même espèce possède souvent deux et même trois modes de reproduction; que ce qui avait été considéré dans bien des cas comme un être parfait et complet, n'était cependant parfois qu'un simple organe, un appareil de reproduction; enfin qu'une même espèce pouvait, selon les différents âges de sa vie, ou sous l'influence de certaines circonstances, se présenter sous les aspects les plus divers.

C'était ouvrir un champ nouveau à la mycologie et soulever bien des questions jusqu'alors à peine entrevues. Parmi celles-ci, deux surtout sont de première importance: celle de l'autonomie des espèces et celle du nombre et de la valeur physiologique des appareils reproducteurs d'une même espèce. L'avenir de la mycologie dépend en grande partie de la solution de ces deux problèmes; mais leur élucidation est en même temps entourée de tant de difficultés et de tant de mystères, qu'il faudra certainement encore bien des années de pénibles recherches avant de pouvoir leur donner une solution convenable et pleinement satisfaisante.

Dans cet état de choses, toute expérience, tout fait nouveau tendant à éclaircir l'une ou l'autre de ces questions est, je crois, un renseignement précieux à recueillir : ce sont, pour ainsi dire, des éléments de synthèse qui pourront servir plus tard à établir les bases d'un nouveau système de classification, certainement bien différent de celui que nous possédons aujourd'hui.

C'est ce qui m'engage à publier ici les recherches que j'ai faites, ce printemps, sur la genèse et les métamorphoses de la *Peziza sclerotiorum* Lib., et à présenter à

l'appréciation savante de l'Académie le résultat de ces études, persuadé que, dans les travaux de ce genre, rien n'est plus facile que de s'égarer et de se méprendre, tant sur la nature que sur l'interprétation de faits d'une observation difficile et souvent extrêmement délicate.

Au mois de mars de cette année, je découvris, dans les caves de l'hôpital civil à Gand, un grand nombre de Sclérotes, appartenant pour la plupart au *Sclerotium varium*, qui s'étaient développés sur diverses racines conservées en tas. Ils croissaient de préférence sur les carottes et sur les navets; on en trouvait aussi, mais en moindre nombre, sur des racines de betteraves et de chicorée.

Comme ils étaient abondants et qu'ils se présentaient dans diverses phases de développement, l'idée me vint d'observer leur végétation, et de répéter sur eux les expériences faites en 1853, avec tant de succès, par M. Tulasne, sur un de leurs congénères, le *Sclerotium clavus* D. C.

J'emportai donc un certain nombre de ces racines, qui, disposées convenablement, continuèrent à nourrir leurs sombres parasites; et c'est sur elles que je pus observer la végétation, le développement et les métamorphoses du champignon polymorphe dont j'essaye aujourd'hui de faire l'histoire.

En zoologie, les métamorphoses sont loin d'être rares : les batracides, les insectes, les cirrhipèdes, les vers, les échinodermes, les polypes, nous en offrent de curieux exemples. Mais en botanique, ces cas de métamorphose, non d'organes mais d'espèce, sont beaucoup moins fréquents, ou peut-être moins connus, faute, sans doute, d'observations assez suivies et consciencieuses. Quoi qu'il en soit, l'histoire du développement de la *Peziza sclerotiorum* est certainement, pour la physiologie végétale, un

nouveau cas de dimorphisme et de métamorphose, dans l'acception même la plus rigoureuse du terme.

Ainsi, au jeune âge, notre plante vit en parasite sur les racines de diverses plantes bisannuelles, riches en sucs nourriciers; mais ce parasitisme est loin d'être inoffensif, comme nous l'observons souvent pour le règne animal : ici, c'est une ennemie qui tue et détruira rapidement la racine qui lui avait accordé l'hospitalité.

Un germe s'est introduit sous l'épiderme de la racine; bientôt il émet de longs filaments nématoïdes qui enveloppent et attaquent les cellules d'alentour. En quelques jours, il se forme tout un système de filaments absorbants qui, s'étendant au loin, épuisent et détruisent le parenchyme de la racine attaquée. En même temps, le parasite se produit à l'extérieur, montre d'innombrables filaments aériens de formes diverses, qui tous, en peu de jours, se chargent de spores acrogènes. Prévoyance de la nature! la forme adulte de la plante vient-elle à avorter ou ne peut-elle pas se produire, la reproduction du végétal est néanmoins assurée, dès son enfance pour ainsi dire, dès sa première forme.

Mais au bout de quelques semaines, la racine est entièrement épuisée, le tissu cellulaire a disparu; il ne reste plus qu'un épiderme décomposé et les filaments isolés du tissu vasculaire; notre parasite, le *mycelium* primitif de la Pezize, va périr et mourir sur le corps même de sa victime. Mais non; en un grand nombre de points ces filaments nématoïdes, isolés au jeune âge, se resserrent, s'unissent, se condensent pour former une masse arrondie ou irrégulière; un épiderme noirâtre, se formant aux dépens des extrémités de tous ces filaments, vient entourer cette formation nouvelle et lui donner une existence indé-

pendante; c'est ce que nous nommons un *sclerotium*.

Sous cette forme nouvelle, notre jeune plante passera le reste de l'hiver, abritée contre le froid et les accidents qui pourraient la détruire; elle attend ainsi le retour de la belle saison pour prendre son dernier développement et revêtir sa forme spécifique adulte.

Le printemps venu, quelques cellules épidermiques du *sclerotium* se gonflent, s'allongent, se multiplient et s'unissent en un stipe arrondi ou colonnette brunâtre, qui s'épanouit bientôt à sa partie supérieure, pour former une cupule d'un beau jaune de cannelle. La surface supérieure du *sclerotium* se couvre souvent entièrement de productions pareilles. La plante alors est facilement reconnaissable : c'est la *Peziza sclerotiorum* Lib.; c'est sa dernière métamorphose, la forme parfaite et adulte de l'être, ayant sa reproduction à elle, reproduction thécaspore, et qui met fin à l'existence polymorphe de la plante.

Voilà bien trois phases distinctes d'une même vie, une existence à trois termes, et présentant à peu près les mêmes métamorphoses que subissent les insectes. L'*état primitif ou nématoïde* représente, en effet, assez bien la larve des insectes; l'*état sclérotien*, état de vie latente, rappelle leur second âge, leur vie à l'état de nymphe; et l'*état pezizoïde*, celui d'insecte parfait, ayant, comme celui-ci, toute la supériorité d'organisation, de forme et de couleur qui caractérise en zoologie les formes adultes.

D'après ce que nous venons d'esquisser, nous partagerons la vie de notre plante en trois périodes : nous nommerons la première *période nématoïde ou sphacélienne;* la seconde *période sclérotienne*, et la troisième *période pezizéenne*.

L'exposé des caractères de chacune de ces périodes et

des modifications que subit la plante en parcourant chacune de ces phases, sera, il me semble, l'histoire la plus naturelle et la plus facile de la vie de ce champignon.

PÉRIODE NÉMATOÏDE OU SPHACÉLIENNE.

Dans tous les cas de formation de *sclerotium* à l'extérieur des racines, j'ai toujours observé que cette production, quelle que soit sa forme, commence par une espèce de sphacélie. Cette sphacélie n'est cependant pas ici, comme on le croirait peut-être, toute semblable, strictement analogue à celle qui précède la formation du *Sclerotium clavus*. La sphacélie que décrit M. Tulasne (1) était formée de touffes de très-petites basides naissant à angles droits sur des hypha rameux et cloisonnés, reposant eux-mêmes sur un stroma celluloso-gélatineux. J'entends ici par sphacélie, dans un sens plus large, une formation celluloso-filamenteuse, extrêmement polymorphe, vivant essentiellement en parasite, se reproduisant par génération acrogène et susceptible de former, dans certaines conditions, des espèces de tubercules qu'on nomme *sclerotium*, et qui mettent fin à cette première végétation.

La sphacélie du *Sclerotium clavus* présentait généralement une structure assez uniforme : des basides égales, des stylospores de même forme et de même grandeur. Notre sphacélie, malheureusement, se laisse moins facilement caractériser : d'une polymorphie presque insaisissable, forme, arrangement anatomique, consistance, tout varie souvent d'un individu à l'autre, et l'on rencontre en

---

(1) Tulasne, L. R, *Mémoire sur l'ergot des glumacées.* Ann. des Sc. nat., t. XX. 1853.

même temps des filaments sporophores, des stylospores et des spores les plus dissemblables.

Me bornant donc à décrire ce que j'ai observé dans la généralité des cas, je crois pouvoir néanmoins faire connaître suffisamment ce premier âge de la plante, sa forme sphacélienne, en décrivant :

1° *Ses caractères extérieurs;*

2° *Sa structure anatomique générale;*

3° *Ses différents corpuscules reproducteurs;*

4° *Les parasites qui l'attaquent ou vivent en commensaux avec elle.*

Cette dernière partie, quoique paraissant peut-être ne se rattacher que faiblement à notre sujet, est cependant de toute nécessité pour pouvoir reconnaître les organes de reproduction et les spores de tout genre qui se trouvent souvent confondus, et pourraient donner lieu à de graves méprises.

I. — *Caractères extérieurs.*

La *Peziza sclerotiorum* au jeune âge, à l'état de *mycelium,* peut se présenter, d'après mes observations, sous deux formes :

A. sous *forme de sphacélie,* ou B., plus rarement, sous forme de filaments nématoïdes secs, ou, ce qui revient au même, *sous forme* de *byssoïdée sèche.*

A. Forme sphacélienne. — La sphacélie se montre à travers l'épiderme de la racine attaquée (navet, carotte, chicorée ou betterave), tantôt comme un petit mamelon humide, d'un blanc opalin et de consistance trémelloïde; tantôt sous forme de lobes allongés et irréguliers, de même couleur et de même consistance, imitant assez bien les circonvolutions du cerveau des mammifères supérieurs;

quelquefois enfin, sous forme de simple pellicule humide et blanchâtre. Sous ces trois formes, la sphacélie peut être fructifère, je veux dire, peut se modifier en *sclerotium*.

Il y a relation, jusqu'à un certain point, entre la forme primitive de la sphacélie et celle du *sclerotium* qui doit la suivre : ainsi, la 1re forme produit ordinairement des *sclerotium* irrégulièrement arrondis ou pisiformes, le *Sclerotium varium* Pers.; la 2me forme donne souvent naissance à des *sclerotium* plus aplatis, rugueux, de formes diverses, qui se rapportent généralement au *Sclerotium compactum* D. C.; la 3me forme ne fournit guère que des *sclerotium* petits et maladifs, creux à l'intérieur, et peu différents du *Sclerotium bullatum* D. C., ou même parfois ne donne qu'une simple pellicule noirâtre, épiderme de *sclerotium* avorté.

B. Forme byssoïdéenne. — Sous certaines influences que je n'ai pu bien apprécier, le mycélium de notre pezize ne prend pas la forme et la consistance humide de la sphacélie, mais se développe plus appauvri, sous forme de filaments irréguliers, simples ou rameux, qui forment de petits groupes isolés; ou bien se couchent, rampent, s'entortillent et s'étendent assez au loin sur l'épiderme de la racine, faisant l'effet de taches floconneuses et blanchâtres. Cette dernière forme n'est pas toujours fructifère, tandis que la première produit toujours des stylospores ou des spores; l'une et l'autre, cependant, donnent naissance à des *sclerotium*, et se composent à peu près des mêmes éléments anatomiques.

Souvent la présence de la sphacélie est caractérisée par une espèce d'aire ou de tache humide et foncée, non sans quelque analogie avec celle qui entoure les *Septoria* et les *Phyllosticta*. Examinée au microscope, on reconnaît que

cette tache n'est pas uniquement due à l'action épuisante des radicelles de la sphacélie, mais plus encore à une altération morbide des cellules du parenchyme de la racine, et à une modification chimique de leur contenu, fort semblable à ce que M. Schacht appelle *reinefaule* chez les pommes de terre (1). De nombreux infusoires, diverses espèces d'*Acarus*, et deux ou trois espèces de larves assez grandes, contribuaient aussi largement à troubler et à altérer ces tissus, et empêchaient souvent même les sphacélies de produire des *sclerotium*.

II. — *Structure anatomique.*

Quant à la structure anatomique de cette première formation, je ferai remarquer d'abord, que deux sortes de cellules, de nature fort différente, s'y rencontrent comme éléments simples constitutifs : 1° Des *cellules incolores*, à parois minces, de forme plus ou moins allongée, qui, placées bout à bout, ou anastomosées entre elles, forment les radicelles, les *hypha* et les basides ou les filaments sporophores de la plante; 2° des *cellules verdâtres*, rondes ou arrondies, opaques, solides ou à parois très-épaisses, isolées entre les filaments de la sphacélie, ou adhérentes entre elles au moyen d'un mucilage grumuleux, qui représente sans doute la matière intercellulaire des algues et des lichens. Par leur couleur, leur nature azotée et leur position dans l'arrangement anatomique de la plante, ces cellules me semblent assez analogues aux gonidies de lichens.

---

(1) *Janssen u. Schacht. Über Kartoffelkrankheit. Mit. d. Naturforsch. Gesell. zu Hamburg.* 1846.

On ne peut se faire une meilleure idée de l'arrangement de ces parties constitutives qu'en comparant notre parasite à une plante plus élevée dans la série végétale. Le centre de végétation de la sphacélie, que je comparerai ainsi à un rhizome traçant, se trouve sous l'épiderme de la racine hospitalière; il se compose de cellules incolores de forte dimension, simples, plus rarement rameuses, qui, placées bout à bout, forment de gros filaments, ordinairement un peu étranglés aux articulations; ou bien se réunissent irrégulièrement pour imiter un réseau lacuneux.

Ces cellules sont ordinairement remplies d'un *protoplasma* granuleux, incolore ou jaunâtre d'après la coloration de la racine qui les alimente : ainsi incolore, quand on les prend sur les racines de navet ou de chicorée, jaunâtre, quand on les extrait des carottes.

De ce centre de végétation partent un *système descendant* ou radicellaire, et un *système ascendant* ou aérien. Le système descendant sert évidemment à la nutrition de la plante, et le système ascendant doit pourvoir à sa reproduction. Le *système descendant* se compose de radicelles cylindriques, plus ou moins fréquemment septées, se ramifiant en d'autres plus grêles, qui se divisent à leur tour en filets plus déliés encore. Les radicelles de forte dimension sont souvent remplies de *protoplasma*, les radicelles terminales, au contraire, ne contiennent qu'un liquide limpide et clair. Ces derniers filaments ont leurs extrémités arrondies et ne diffèrent guère des radicelles des *Puccinia*.

Ces radicelles pénètrent fort avant dans les racines attaquées; on les trouve souvent à une profondeur de 2 à 3 centimètres. Elles entourent et désagrégent les cellules du parenchyme, souvent même les pénètrent, et s'em-

parent évidemment des substances nutritives qu'elles contiennent.

J'ai remarqué également que les filaments radicellaires portaient parfois latéralement, placées en angle droit, de petites cellules saillantes, à parois épaisses, aplaties du côté de la radicelle et arrondies du côté demeuré libre. Ces cellules imitent assez bien ces boucles en métal qui garnissent les courroies des malles de voyage; c'est pourquoi le professeur Hoffman (1), qui les a trouvées chez d'autres champignons, les nomme *Schnallenzellen*. Elles étaient en tout semblables à celles que M. Schacht figure dans son grand ouvrage sur la cellule végétale (2).

Le *système ascendant* de cette formation est plus difficile à bien caractériser, parce que les types de plusieurs genres s'y rencontrent et s'y trouvent souvent littéralement mêlés. Au fond, cependant, il se compose d'*hypha*, qui ne sont que la continuation des filaments du rhizome central, et qui, suivant une direction horizontale ou verticale, se ramifient irrégulièrement, se modifient en basides ou en pseudo-basides, pour produire enfin des stylospores ou des spores. Entre ces *hypha*, et surtout à leur base, se trouvent éparpillées ou réunies en amas plus ou moins considérables, ces cellules arrondies et verdâtres dont nous avons parlé un peu plus haut.

Disons d'abord un mot de la *structure microscopique* de ces filaments, pour nous occuper ensuite de leur *mode d'arrangement*.

Structure microscopique. — Ces filaments, considérés isolément, sont blancs, creux, inégalement septés, formés

---

(1) *Bot. Zeit.*, 1856, p. 156.

(2) Hermann Schacht, *Die Pflanzenzelle*, taf. VI, fig. 13.

de cellules irrégulières et tortueuses, ou de cellules tubiformes, à parois parallèles. Leur paroi cellulaire mesure à peu près 2 millimètres. Leur diamètre varie considérablement; on en trouve qui n'ont guère que 4 millimètres d'épaisseur, et d'autres dont le diamètre doit être évalué à 10-15 millimètres. Le contenu des cellules diffère également d'une plante à l'autre et souvent de filament à filament : ainsi c'est tantôt un liquide hyalin et limpide, tantôt un liquide granuleux, semblable à celui du système radicellaire, qui les remplit; souvent le liquide est remplacé par des espèces de noyaux ou de cellules vacuoliformes qui, placées sur un ou sur deux rangs, remplissent l'intérieur du filament. Une cellule, ou articulation de filament, contient souvent trois ou quatre de ces cellules vésiculeuses, parfois davantage, et même jusqu'à quinze et vingt. J'ai remarqué qu'en règle générale, plus un filament s'éloigne du centre de la plante, plus il est rarement septé; aussi les filaments terminaux n'offrent-ils souvent presque pas de cloisons. Ces filaments se composent de cellulose insensible aux acides et à l'action de l'iode, même aiguisé d'acide sulfurique. Ils résistent à l'oxyde de cuivre ammoniacal (paracellulose de M. Fremy. *Institut*, 1859, n° 1319); mais la matière granuleuse intracellulaire se dissout rapidement dans ce réactif.

Arrangement. — Ces filaments plongés dans un gelin abondant, qui donne aux sphacélies cet aspect humide et trémelloïde, ou, développés en touffes sèches, affectent, le plus souvent, dans leur groupement une des formes suivantes :

1° Sur les *hypha* horizontaux du rhizome central, entremêlés de cellules verdâtres, s'élèvent de courts filaments, composés de deux ou trois cellules, dont la der-

nière donne naissance à une baside beaucoup plus grêle, longue de 0,02 à 0,03 mm., qui porte une stylospore cylindrique d'assez forte dimension : c'est la forme la plus régulière et qui se rapproche le plus des sphacélies du *Sclerotium clavus*.

2° Les *hypha* du rhizome se modifient en filaments rameux, irrégulièrement entortillés, formant les lobes de la sphacélie ou des coussinets laineux ; leurs extrémités terminales et latérales produisent une infinité de spores acrogènes ou de stylospores généralement de moindre dimension que celles de la forme précédente et de figure ovoïde ou ovalaire.

Parmi ces filaments, il s'en trouve d'autres qui rappellent parfaitement le port des *Fusisporium;* ils portent de grandes spores fusiformes ou cylindriques, ordinairement bi-triseptées, droites ou courbées et se rapprochant beaucoup des stylospores de la forme précédente.

En étudiant ces formations, on croirait volontiers à deux plantes vivant ensemble et mêlant leurs filaments et leurs spores ; je n'ai cependant jamais pu parvenir à séparer les deux plantes, et j'ai trouvé toutes les transitions entre les petites spores ovalaires et les grandes spores cylindriques ou fusiformes.

Il n'est pas rare, dans cette forme, de voir toute la partie supérieure de la sphacélie, sous l'influence d'une grande humidité, se désarticuler en spores de formes très-diverses, et imiter partiellement le genre *Cylindrium*, Bonorden.

3° Aux filaments irréguliers de la forme précédente vient se mêler une troisième espèce de filaments : des filaments toruliformes, imitant parfaitement le genre *Hormiscium* Kze. Ils se désarticulent facilement en spores rondes ou arrondies, mais de diamètre fort variable.

4° Enfin les filaments que nous venons de décrire se développent parfois stériles, formant des coussinets blancs et laineux ou des flocons moins denses et plus étendus. On remarque souvent, dans ces formations, des filaments à cellules noueuses et qui indiquent leur tendance naturelle à se transformer en *sclerotium*.

Cette hétérogénéité de formes et de spores chez une même espèce, quoique toujours embarrassante pour l'observateur, n'est cependant pas sans exemples en cryptogamie. Ainsi l'*Oïdium violaceum* Hart., et le *Fusisporium solani* Mart., appartiennent au même *mycelium* (1).

Le professeur Caspary a également vu le *Fusisporium melanochlorum* et le *Fusisporium concors* produire en même temps les spores arrondies du genre *Hormiscium* et les spores fusiformes propres à leur genre (2).

Maintenant, me suis-je trompé, prenant pour des modifications d'un même *mycelium* des plantes réellement distinctes, et confondant notre plante avec d'autres parasites secondaires? Je l'ai longtemps craint, et je suis loin encore d'avoir sur ce point mes pleins apaisements; mais plus de cinquante examens microscopiques m'ont toujours et partout donné les mêmes résultats, et présenté la même confusion. Au reste, il n'y aurait rien d'étonnant que, dans un tel dédale de formes, le fil d'Ariane ne me fût échappé quelque part.

---

(1) Hermann Schacht, *Lehrbuch der Anatom. u. Phys. der Gewäsche*, 2te Theil, p. 191.

(2) Robert Caspary, *Monatsberichte der Kön. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, mai 1855.

III. — *Corpuscules reproducteurs.*

I. Quand on examine au microscope ces masses de spores ou de stylospores qui forment, à la surface des sphacélies, une couche souvent assez épaisse, ou qui encombrent les filaments de formations plus sèches, on reconnaît, malgré la grande variabilité de ces corps reproducteurs, trois types assez constants auxquels peuvent se rapporter toutes les formes intermédiaires.

C'est ainssi qu'on rencontre assez généralement en même temps, *a.* de *petites spores ovalaires* (microspores); *b.* de *grandes spores cylindriques ou fusiformes* (macrospores), et *c,* des *spores arrondies.*

1° *Les spores de petite dimension,* que je pourrais nommer microspores, quoique généralement ovalaires, varient néanmoins assez de forme et de grandeur. On en trouve de pyriformes, d'ellipsoïdes et d'ellipsoïdes-fusiformes. Elles mesurent généralement 0,006, 8 ou 10 mm. de longueur sur 0,004 à 5 mm. d'épaisseur. Rarement septées, elles montrent plus souvent 1, 2 ou 3 gouttelettes opaques, qui leur donnent parfois une apparence cloisonnée. Ces spores sont portées par des filaments sporophores, ou proviennent de la désarticulation des filaments mêmes.

2° *Les grandes spores,* les stylospores fusiformes ou cylindriques, que l'on pourrait nommer *macrospores*, sont droites ou arquées, à extrémités aiguës ou arrondies. Elles mesurent généralement 0,010, 20 ou 30 mm. de longueur sur 0,004 à 5 mm. d'épaisseur, et offrent 1, 2, 3 cloisons transversales, ou bien une série de gouttelettes ou nucléoles opaques variant en nombre de 5 à 10.

3° Enfin *les spores arrondies* mesurent communément 0,004, 5 ou 6 mm. de diamètre. Elles contiennent également, sauf les toutes jeunes, une ou deux gouttelettes opaques, placées, tantôt au milieu de la spore, tantôt sur l'un de ses bords. Elles proviennent de la désarticulation des filaments toruliformes, ou même naissent du fond de la sphacélie, comme des conidies. Ces spores, ainsi que celles que nous avons décrites en premier lieu, portent souvent, à l'une de leurs extrémités, une petite cellule claire, ronde ou ovale, et qui leur a servi de baside.

Toutes ces spores ou stylospores, dont nous venons de parler, germent facilement au bout de 2 ou de 3 jours. Elles se gonflent et s'allongent d'abord, puis émettent un filament mycélin à l'un de leurs bouts ou à leurs deux extrémités à la fois. Ces filaments s'allongent souvent considérablement sans se diviser; dans d'autres cas, ils se ramifient abondamment et de bonne heure. Au bout de 7 à 8 jours, ils commencent déjà à montrer ces cloisons ou ces nucléoles opaques qui caractérisent les filaments de la sphacélie adulte.

II. De véritables spermaties n'ont pas encore été découvertes dans les formations sphacéliennes. M. Tulasne avait considéré un moment les stylospores de la sphacélie du *Sclerotium clavus* comme pouvant être des spermaties; mais il a été, plus tard, le premier à reconnaître son erreur (1).

Espérant découvrir peut-être ces corpuscules chez notre sphacélie, j'observais soigneusement toutes les formations qui se montraient dans le rayon de végétation des sphacélies, quand j'aperçus poindre, conjointement sur des

---

(1) *Mémoire sur l'ergot des Glumacées*, pag. 8, not. 2.

navets et des betteraves, autour des sphacélies, un grand nombre de mamelons transparents, d'un beau rose incarnat et d'un diamètre d'environ un demi-millimètre.

Ils s'élevèrent bientôt en longs filets arrondis, également roses, et contournés en spirale, pour s'affaiser ensuite et tomber en déliquescence.

Ces productions se rapprochaient beaucoup, pour les caractères extérieurs, des *Naemaspora*, *Libertella* et *Cytispora*, mais en différaient totalement par leur structure anatomique.

Examinés au microscope, ils me montrèrent l'organisation des véritables spermogonies, c'est-à-dire un périthèce propre, arrondi, formé de fines cellules verdâtres, et tapissé à l'intérieur de cellules saillantes, donnant naissance à une quantité prodigieuse de spermaties. Celles-ci étaient cylindriques, incolores, droites, à extrémités obtuses et toutes parfaitement semblables; elles mesuraient 0,005 à 4 mm. de longueur, sur un peu plus de 0,001 mm. d'épaisseur.

Ces spermogonies, percées supérieurement d'un pore plus ou moins large, se maintenaient au milieu des cellules polyédriques de l'épiderme, au moyen d'une multitude de radicelles vraiment capillaires. Malgré cette organisation peu équivoque, et leur position autour ou à proximité des sphacélies, je ne me crois pas suffisamment autorisé à considérer ces mamelons comme les spermogonies de cette première période.

IV. — *Parasites.*

Durant cette première période, des parasites assez nombreux se montrèrent en compagnie de notre plante, ou vivant sur elle en parasites secondaires; car, dans bien

des cas, il est souvent très-difficile ou presque impossible de déterminer s'il y a véritable parasitisme ou seulement cohabitation.

Le *Mucor rufus* Pers. et l'*Ascophora mucedo* Tode, qui naissent si facilement sur toutes les substances en putréfaction, se montrèrent les premiers sur mes sphacélies. Le *Fusarium roseum* Link, et le *Trichothecium domesticum* Corda, les suivirent bientôt, élevant partout leurs coussinets roses au milieu des masses blanches et opalines des sphacélies.

Quelques semaines plus tard, les *Penicillium* apparaissaient en grand nombre : c'étaient les *P. crustaceum* (L.), *candidum* Link et *bicolor* Fr.; les deux premiers affectaient le plus souvent leur forme corémienne.

Un joli parasite, l'*Haplotrichum roseum* Corda, exerça aussi de grands ravages parmi les *hypha* de cette première période : véritable cuscute pour le port et pour les mœurs, il détruisait souvent en peu de jours toutes les mucédinées qu'il rencontrait sur son passage.

Je remarquai également sur les sphacélies le *Fusidium clandestinum* et sa variété *microsporum* Corda, l'*Acrostalagmus cinnabarinus* Corda, et l'*Oïdium virescens* Fr.

Il me reste encore à parler d'une forme vigoureuse et robuste du *Polyactis vulgaris* Link (1), qui se montra souvent autour des sphacélies et attira spécialement mon attention pour deux raisons que je ne puis passer sous silence :

1° Les *sclerotium* en voie de formation sont toujours couverts d'un fin duvet laineux, qui n'est autre chose qu'une

---

(1) Nees, *Syst. der Pilze*, tab. IV, f. 57; Corda, *Icon. Fung.*, t. I, tab. V, f. 250.

toison d'*hypha* encore non soudés; mais il n'est pas rare de voir ces *hypha* prendre un développement extraordinaire et s'élever même au-dessus du *sclerotium* à une hauteur d'un centimètre.

Examinant au microscope ces *hypha*, j'ai été souvent frappé de leur tendance à se transformer en filaments de *Polyactis*, et il m'est arrivé d'en trouver qui, inférieurement encore *hypha* de sphacélie, montraient à leur partie supérieure les fines cloisons et le protoplasma grisâtre des filaments de *Polyactis*. Jamais cependant je ne les ai vus fructifier. Cette seule observation ne suffit certes pas pour en inférer que les filaments de sphacélie peuvent, sous certaines influences, se modifier en *Polyactis;* je ferai néanmoins remarquer qu'un *mycelium* de champignon, devenant fructifère sous forme de *Polyactis*, ne serait pas un phénomène sans antécédents dans la science. C'est ainsi que le Rév. Berkeley a vu le *mycelium* de sa *Sphaeria Desmazieri*, fructifier sous cette forme (1).

2° J'ai trouvé des racines de navets et de chicorée sur lesquelles le *Polyactis* seul s'était développé, et qui se trouvaient néanmoins remplies, à l'intérieur, de beaux *Sclerotium varium*. La décomposition de ces racines était déjà trop avancée, quand je découvris ces tubercules, et je ne pus plus retrouver que les gros filaments générateurs, qui suivaient ordinairement les faisceaux vasculaires de ces racines. Comme les radicelles des *Polyactis* et des sphacélies se ressemblent beaucoup, je n'ai pu décider à laquelle de ces plantes appartenaient les filaments sclérotifères. Il se peut que la sphacélie, étouffée par les

---

(1) *Gardn. chron*, 1851, p. 805.

Polyactis, se soit développée sous forme de *Rhizomorpha* et ait néanmoins produit des *sclerotium*.

PÉRIODE SCLÉROTIENNE.

Dans la première partie de ce travail, nous avons étudié la vie de la *Peziza sclerotiorum* à l'état de *mycelium* diffus; nous avons vu ce *mycelium* naître, se développer et fructifier comme la plupart des mucédinées parasites; mais chez celles-ci, le moment de la fructification est ordinairement une époque fatale qui met fin à leur existence; ici il n'en est pas de même : une partie du *mycelium*, celle qui avait servi à la fructification, périt seule, tandis que l'autre, plus vivace, se modifie, au contraire, en *sclerotium*, pour reprendre, après quelques mois de repos, une nouvelle activité vitale.

La partie radicellaire de ce *mycelium* a donc un double rôle à remplir : elle doit d'abord former et nourrir la sphacélie, puis, quand celle-ci a fructifié et va périr, elle doit former un certain nombre de tubercules radicellaires ou de *sclerotium*, destinés à produire la forme adulte de la plante; quand le *sclerotium* est formé, son rôle physiologique étant rempli, elle périt à son tour.

Pour procéder avec le plus d'ordre possible, nous examinerons successivement les trois questions suivantes : a. *L'origine et la formation du sclerotium ;* b. *Sa morphologie et son anatomie;* c. *Sa valeur physiologique.*

1° *Formation du sclerotium.* — C'est le rhizome central de la sphacélie qui donne naissance aux *sclerotium*. Ceux-ci peuvent se former tant sous une sphacélie fructifère qu'autour d'elle, comme formation secondaire et plus indépendante, et c'est ce dernier mode de forma-

tion qui donne d'ordinaire les *sclerotium* les plus robustes. Je veux dire que la partie inférieure d'une sphacélie se modifie bien souvent en masse sclérotienne, comme cela a lieu chez la sphacélie du *Sclerotium clavus*, mais que plus souvent encore c'est la partie intramatricale de la sphacélie, ses stolons cachés dans la racine hospitalière, qui donnent directement naissance à des *sclerotium*, sans que ceux-ci aient toujours été surmontés d'une formation fructifère. C'est ce dernier mode de formation que nous allons principalement décrire.

Disons d'abord, comme le prouve l'examen microscopique, que les tissus avoisinant la sphacélie sont tout remplis et traversés de forts et robustes stolons, qui ne sont que des prolongements des *hypha* du rhizome central. Ce sont ces stolons qui percent l'épiderme de la racine attaquée, le plus souvent autour des sphacélies, et viennent se montrer, à l'extérieur, sous forme de petits mamelons ou coussinets humides et transparents. Ces mamelons ou coussinets sont formés de courts filaments, à articulations très-rapprochées et naissant, serrés les uns contre les autres, de la réunion de deux ou trois ou d'un nombre plus considérable de ces stolons. Au bout d'une couple de jours, ces mamelons ont considérablement grandi; leur forme trahit déjà leur destination et indique de jeunes *sclerotium*. L'aspect s'est également modifié dans l'intervalle; leur surface a perdu cette apparence humide et s'est couverte d'une courte laine blanche, due à l'épanouissement des filaments terminaux.

A mesure que ces jeunes *sclerotium* gagnent en dimension, la toison qui les couvre s'allonge également; ce développement cependant n'est pas toujours régulier, et l'on voit des *sclerotium* de même âge, couverts les uns d'une

laine courte et épaisse, les autres de filaments plus longs et plus légers, s'élevant souvent même à un centimètre au-dessus de la surface du *sclerotium*. Nous avons déjà fait remarquer la grande analogie de certains de ces filaments avec ceux du *Polyactis vulgaris* (*forma robusta*). Il faut en règle générale quatre ou cinq jours à un *sclerotium* pour atteindre ainsi sa croissance parfaite.

Le *sclerotium* alors entre dans une nouvelle période, que nous pourrions nommer *lacrymante* et qui est caractérisée par une exsudation abondante dont toute la surface libre du champignon est le siége. Cette période de courte durée s'achève en deux ou trois jours et fait la transition de l'état laineux à l'état de *sclerotium* proprement dit. De tous les aspects sous lesquels peut se présenter ce parasite, celui-ci est, sans contredit, le plus beau et le plus gracieux, et je n'ai pu sans plaisir les contempler portant ainsi, sur un turban de belle laine blanche, un diadème de perles tremblotantes aussi pures que le cristal.

Le premier jour, l'exsudation est peu abondante, le second elle l'est davantage, et le 3me ou 4me jour, les gouttelettes s'unissent pour découler autour du *sclerotium*. C'en est fait alors de sa belle laine blanche, elle se flétrit à la surface du *sclerotium*, qui s'est coloré dans l'entre-temps en noir, et disparaît insensiblement. C'est cet état qui avait été pris par Fries comme caractérisant une espèce nouvelle dont il avait fait son *Sclerotium tectum*.

Une pareille exsudation se remarque encore chez d'autres champignons. M. Tulasne la signale chez la sphacélie du *Sclerotium clavus* (1), et je l'ai observée, cet été,

---

(1) Tulasne, *l. c.*, p. 17.

sur de jeunes individus de *Polyporus squammosus*, de *Telephora purpurea* et de *Xylaria cornuta*. Elle a pour but, je crois, de décharger la plante de la partie aqueuse des sucs abondants que lui fournit à cette époque son système radicellaire, et dont les parties plus substantielles sont converties en couches d'épaississement intracellulaire. En effet, des incisions pratiquées de manière à isoler le *sclerotium* de la majeure partie de ses fibres radicales, font cesser entièrement cette exsudation.

Examinant la liqueur exsudée, elle m'a paru limpide, sans goût et sans odeur et ne laissant aucune trace sur le papier. Elle était ordinairement chargée de spores de différentes grandeurs.

Il paraît qu'à une certaine époque de la vie de notre *mycelium*, il suffit de mettre ses filaments à nu ou de les blesser pour leur faire produire des *sclerotium;* c'est ainsi que, sur différentes racines recélant de nombreuses radicelles de sphacélie, j'ai pu produire à volonté des *sclerotium* de diverses formes, en pratiquant des incisions ou des décortications partielles.

J'ai déjà fait observer plus haut que ce n'est pas seulement à la surface des racines que peuvent se produire des *sclerotium;* on en rencontre également à l'intérieur de certaines racines. Ces *sclerotium* entogènes ne diffèrent guère de ceux qui se sont formés librement; ils sont généralement arrondis, présentent souvent une cavité intérieure, et peuvent se transformer en Pezize, comme les autres. Il m'est arrivé de trouver à l'intérieur de navets qui s'étaient excavés par la décomposition de leur parenchyme, des *sclerotium* suspendus à des faisceaux de fibres vasculaires, qui avaient présenté plus de résistance aux ravages des sphacélies.

Si l'on examine maintenant au microscope de jeunes *sclerotium* en voie de formation, il n'est pas possible de méconnaître leur origine et de ne pas voir que ce sont les filaments du *mycelium* qui se modifient, se resserrent et se soudent, pour former ces masses noires ou brunâtres qu'on considérait autrefois comme des productions autonomes.

Les filaments destinés à former le *sclerotium* se distinguent cependant des filaments ordinaires de la période sphacélienne par les caractères suivants : *a.* par la fréquence et le rapprochement de leurs cloisons; *b.* par la propriété qu'a chaque articulation de se gonfler et de devenir, pour ainsi dire, noueuse; *c.* par la propriété qu'ont ces mêmes articulations d'épaissir intérieurement leurs parois par la formation de nouvelles couches d'épaississement, et de se souder entre elles au moyen d'une espèce de matière intercellulaire grumeleuse. Chaque cellule de *sclerotium* représente ainsi originairement une articulation de filament. La figure 12 de notre planche représente un fragment de jeunes *sclerotium* où la transition de l'état filamenteux à l'état cellulaire compacte se remarque très-bien.

Le *sclerotium* formé, il se passe un phénomène assez curieux, mais dont je n'ai pu bien saisir la cause : les cellules de la périphérie se colorent en noir pour former un épiderme général, et puis se détachent, se désarticulent, d'une part, des filaments laineux qu'elles portaient supérieurement, et de l'autre, des filaments radicellaires qui nourrissaient jusqu'alors la plante. Ces cellules possèdent probablement une propriété isolante semblable à celle qui caractérise les cellules subéreuses des phanérogames supérieures.

2° *Forme et structure anatomique du sclerotium.* — Les

sclerotium que produit la sphacélie de la *Peziza sclerotiorum* sont loin d'affecter une forme constante et régulière et de présenter un type qui puisse servir à les caractériser; ainsi on en trouve de globuleux, de lobés, d'aplatis, de convexes, de cylindriques, et d'autres de formes les plus irrégulières et les plus bizarres.

Au milieu de cette irrégularité, on reconnaît cependant certaines formes dominantes se présentant plus souvent que les autres, et rappelant des formes qui ont reçu des auteurs anciens des dénominations spécifiques. C'est ainsi que le *Sclerotium varium* Pers., et sa variété *elongatum* Chev., se montraient fréquemment sur les carottes; le *Scl. compactum* D.C., et le *Scl. tectum* Fr., sur les navets et les chicorées; le *Scl. bullatum* D.C., sur les navets et les betteraves. Certains *sclerotium* étaient à peu près lisses, d'autres fortement rugueux; quelques-uns montraient une surface plissée; il s'en trouvait qui, tout couverts de petits mamelons, rappelaient fort bien le *Scl. sphaeriaeformis* Lib. Les proportions de grandeur ne varient souvent pas moins que la forme et l'aspect des *sclerotium*, et l'on en trouve qui mesurent depuis 2 millimètres jusqu'à 3 et 4 centimètres de longueur.

Il arrive assez souvent aux sphacélies de ne point former de véritables *sclerotium;* ce cas est surtout fréquent chez les sphacélies fructifères trop humides. On trouve alors, quand la sphacélie a disparu, une espèce de pellicule, souvent très-étendue, noirâtre à sa surface supérieure et intérieurement blanche, mais dans laquelle on reconnaît cependant facilement les éléments anatomiques du *sclerotium*. La pellicule noirâtre, dans d'autres cas, est remplacée par un amas informe de cellules sclérotiennes, présentant un aspect spongieux ou irrégulière-

ment rangées en chapelet. Toutes ces formations sont évidemment des *sclerotium* avortés, et sont incapables de produire des Pezizes.

Une coupe transversale de *sclerotium* (fig. 11) montre la structure anatomique bien connue de la généralité de ces productions. Sous un épiderme noirâtre, formé de trois ou quatre rangs de cellules, se trouvent des cellules blanches ordinairement un peu plus grandes, de formes diverses, à parois épaisses, laissant apercevoir, quand les coupes sont très-fines, des couches d'épaississement fortement serrées et soudées entre elles. Ces cellules sont grandes ou petites, arrondies ou prismatiques (fig. 11), allongées ou même canaliformes, d'après la nature des filaments qui les ont produites et le degré de pression qu'elles ont subi. Les cellules de jeunes *sclerotium* ont les parois plus minces et contiennent souvent encore un protoplasma granuleux non utilisé : celle des *sclerotium* adultes sont souvent presque pleines, et ne montrent, sous le microscope, leur cavité intérieure que comme un point noir. Les cellules épidermiques ne diffèrent guère des cellules intérieures que par leur coloration foncée.

Corda dit avoir examiné plus de 1000 *sclerotium*, sans leur avoir jamais reconnu de spores : cela se conçoit aisément : c'est comme si l'on cherchait des graines sur un tubercule de pomme de terre. Fries (1), De Candolle, Chevallier et d'autres auteurs, qui ont remarqué autour de coupes de *sclerotium* des corpuscules sporuliformes, ont vu les spores de la période sphacélienne que les *sclerotium* portent souvent en grand nombre, ou bien des granula-

---

(1) Fries, *Sum Veg. Scand.*, p. 477, et S. M., t. II, p. 247.

tions protoplasmatiques, qui sont très-abondantes dans certaines préparations.

3° *Valeur physiologique du sclerotium.* — Si l'on tient compte maintenant de la naissance du *sclerotium*, et de la transformation que nous lui verrons subir bientôt, il n'est plus possible de le considérer comme une espèce végétale. L'espèce est quelque chose d'absolu, capable de se nourrir et de se reproduire. Le *sclerotium*, comme tel, n'est qu'un être relatif, privé d'organes de nutrition et de reproduction.

L'opinion de M. Bonorden (1), qui regarde les *sclerotium* comme des dégénérescences d'espèces, n'est pas non plus admissible; l'évolution postérieure de cette formation et sa métamorphose en champignon d'un ordre supérieur contredisent cette manière de voir. Reste la théorie de M. Léveillé (2), qui ne voit dans les *sclerotium* que des *mycelium* condensés et destinés à une évolution ultérieure, et cette opinion trouve ici une pleine confirmation. De même qu'en phanérogamie, on trouve des racines fibreuses et des racines tuberculeuses : ainsi on rencontre, en mycologie, des *mycelium* nématoïdes et des *mycelium* tuberculeux ou sclérotiens. Le *sclerotium* remplit ici parfaitement le rôle d'une racine bisannuelle. Chez les plantes bisannuelles, nous voyons l'activité de la première année tendre principalement à accumuler des matériaux, différentes substances nutritives, destinés à l'entretien de la pousse de l'année suivante; pareillement, chez notre plante, l'activité de la première période végétative, de la période

---

(1) H. F. Bonorden, *Handbuch der algemeine Mykologie*, p. 281, 1851.

(2) Léveillé, *Mémoire sur le genre* Sclerotium. (*Ann. sc. nat.* t. XX, 1843.)

sphacélienne, sert en grande partie à former ces *sclerotium*, dans lesquels les Pezizes, représentant la seconde période de végétation, devront trouver leurs éléments de développement et de nutrition.

La nature et la destination des *sclerotium* ne sont donc plus, dans ce cas donné, des énigmes : ce ne sont que des *mycelium* tuberculeux, mais qui offrent ceci de remarquable, c'est que l'activité vitale de la plante, après s'être concentrée quelque temps dans ces espèces de nymphes végétales, ne se réveille et ne reparaît que pour affecter des formes aussi nouvelles et commencer une existence aussi neuve que celles de l'insecte qui sort de sa chrysalide.

PÉRIODE PEZIZÉENNE.

Ayant récolté plus de 200 *sclerotium*, de forme et de grandeur différentes, et que j'avais vus se former sous mes yeux, il ne me restait plus qu'à les placer dans des conditions favorables à leur germination, pour leur faire produire la forme adulte et parfaite.

A cet effet, je suspendis une partie de mes *sclerotium* dans des flacons à large col, à moitié remplis d'eau et à un centimètre au-dessus de la surface du liquide, croyant qu'une atmosphère humide suffirait pour les faire germer; mais ce procédé, qui avait réussi à M. Tulasne, ne me donna aucun résultat ; et, depuis près de sept mois que je les observe, je ne les ai vus donner aucun signe de vie.

Je semai une autre partie de *sclerotium* dans des terrines remplies de terreau, ne les couvrant que très-légèrement et ayant soin de séparer les *sclerotium* de navet, de carotte et de chicorée, pour les reconnaître, au cas qu'ils vinssent à donner des champignons différents. Je ne parle

pas des *sclerotium* de betteraves, qui, mal formés, ne produisirent jamais rien.

Je fis une première expérience le 16 mars. Je semai deux terrines, séparées en compartiments par des lames de verre, employant pour chacune d'elles des terreaux de provenance diverse; et je plaçai l'une dans une de mes chambres de travail qui, n'étant pas chauffée, offrait la température assez douce du printemps de cette année. Je déposai l'autre dans une serre à boutures, assez éloignée de mon habitation et où régnait habituellement une température de 15 à 20 degrés centigrades. Ces terrines étaient couvertes d'un carreau de vitre, pour y maintenir une humidité plus uniforme.

Pendant deux mois, mes *sclerotium* demeurèrent engourdis; mais vers la mi-mai, je vis apparaître, sur les *sclerotium* cultivés en chambre d'abord, puis, quelques jours plus tard, sur ceux que je conservais en serre, des espèces de clavaires brunâtres (fig. 1) que je pris pour de jeunes *Typhula*. Ces espèces de clavaires se développaient assez rapidement, mais périssaient au bout de huit jours, sans produire, à mon grand regret, d'organes de fructification. Je fus plus heureux à la fin de mai et pendant le mois de juin, et je vis tous les *sclerotium* produire abondamment de belles Pezizes, couleur de cannelle, que je reconnus de suite pour être la *Peziza sclerotiorum* Libert. Le retard des *sclerotium* semés en serre chaude sur ceux cultivés à une température beaucoup plus froide, est un fait que nous signalons en passant et qui semble prouver qu'il en est de certains champignons comme de plusieurs phanérogames (1), qui

(1) La chaleur de nos serres est sans effet sur le blé, l'avoine, la betterave, etc.

paraissent peu sensibles à une addition de chaleur artificielle, et chez lesquelles la saison ou l'époque de l'année a beaucoup plus d'influence sur la végétation qu'une augmentation ou une diminution de calorique.

Dans l'intervalle, j'avais fait une seconde expérience, et le 1er mai j'avais semé en plein air trois nouvelles terrines. La 1re contenait des *sclerotium* de navet ; la 2me des *sclerotium* de carotte et la 3me des *sclerotium* de chicorée. Je les laissai placées à l'ombre, ne les couvrant que d'une vitre blanchie. Dans les premiers jours de juin, tous ces *sclerotium* produisaient indistinctement les mêmes Pezizes, qui se succédèrent par intervalle jusqu'à la fin du mois d'août.

Je fis enfin une troisième expérience, le 1er juillet, mais elle manqua complétement, parce que mes *sclerotium*, trop humides et privés d'air, entrèrent en fermentation dès les premiers jours. Les expériences précédentes suffisent cependant pour constater ici avec certitude que plus de deux cents *sclerotium*, provenant de différentes plantes, quoique produits par la même espèce de *mycelium*, semés à diverses époques, dans des conditions différentes et dans des localités éloignées, ont toujours donné la même plante, la *Peziza sclerotiorum* Lib. J'ai remarqué que pendant leur germination, les *sclerotium* ne se gonflent pas considérablement, seulement leur tissu se ramollit et devient flasque, et si on les laisse sécher après qu'ils ont produit leurs Pezizes, ils se ratatinent et n'offrent plus que la moitié du volume primitif : ce qui prouve qu'une partie de leur substance a été employée à nourrir les Pezizes.

J'observai également que c'était bien toujours la surface supérieure des *sclerotium* qui portait les Pezizes, mais que si on les tournait, leur surface inférieure, devenue alors supérieure, en produisait tout aussi bien.

Un point qui me parut très-important, fut de m'assurer de la manière dont les Pezizes se rattachent aux *sclerotium*, et de constater les rapports qui existent entre ces deux formations.

Je vis ainsi que les Pezizes commençaient à paraître sous forme de petits tubercules, souvent un peu plus pâles que l'épiderme du *sclerotium*. Ces tubercules, généralement très-nombreux, ne prenaient, dans certains cas, pas de développement ultérieur, dans d'autres s'allongeaient et se transformaient en Pezizes. Examinés au microscope, je reconnus que ces tubercules n'étaient qu'un bourgeonnement, une multiplication des cellules épidermiques du *sclerotium* même. Une coupe perpendiculaire au travers du *sclerotium* et du stipe d'une Pezize adulte, me montra également qu'il y avait identité de cellules et union non interrompue entre l'épiderme du *sclerotium* et celui de la Pezize. Ici donc la métamorphose est certaine, et on ne peut soupçonner une espèce de parasitisme, comme chez l'*Agaricus tuberosus* et l'*Agaricus stercorarius*, où les *sclerotium* producteurs se couvrent d'un *mycelium* blanc qui se transforme ensuite en stipe.

La *Peziza sclerotiorum*, espèce formée par Mlle Libert (1), malgré son pédicelle quelquefois tuberculeux, qui lui donne alors un caractère tout exceptionnel, se rapproche néanmoins beaucoup de la *Peziza Candolleana* Lév. (2), et plus encore de la *Peziza subulipes* Bull. (3), dont elle ne diffère que par son *mycelium* sclérotien et sa couleur de cannelle.

---

(1) *Plantae crypt. Arduennae*, n° 326.

(2) *Mémoire sur le genre Sclerotium.* (Ann. Sc. Nat., t. XX, p. 233. 1843.)

(3) *Herbier de France*, t. IX, tab. 500, fig. 2.

Elle varie beaucoup de forme et de grandeur, et l'on serait tenté d'y voir des espèces différentes, si de nombreuses transitions ne venaient unir ces formes diverses. Elle se présente ainsi :

a. Clavariforme (fig. 1). Cette forme n'est qu'un état de développement arrêté.

b. Infundibuliforme (fig. 2). L'humidité et le manque de lumière produisent cette forme.

c. Subturbinée (fig. 3). Courtement pédicellée ou presque sessile.

d. Enfin *hypocratériforme*, longuement pédicellée, à pédicelle tantôt droit et robuste (fig. 4), tantôt grêle et flexueux (fig. 5). Les échantillons de Mlle Libert reproduisent cette dernière forme.

Sa cupule d'abord globuleuse, puis légèrement concave, s'aplatit ensuite et finit par se recourber après l'émission des spores. Elle varie en diamètre d'un millimètre à un centimètre; sa chair est céracée et transparente, et brunit en séchant. L'*hymenium* concolore, à l'état frais, apparaît alors pruineux, ce qui est dû aux spores qui le couvrent.

Les thèques (fig. 9) sont nombreuses, linéaires, longues de 0,015 à 17 mm., implantées sur un *hypothecium* brun foncé, et contiennent 8 spores (fig. 10) ovales, incolores ou très-légèrement jaunâtres, simples, mesurant 0,005 mm. de longueur sur 0,002 mm. d'épaisseur, et renferment souvent une ou deux gouttelettes claires.

Les paraphyses sont rares, de même longueur que les thèques, mais beaucoup plus grêles, et ne sont peut-être que des thèques avortées.

Cette Pezize se développe en huit ou dix jours et en vit vingt ou trente; elle émet, comme le font beaucoup de

Pezizes, ses spores sous forme de petit nuage coloré. L'*hymenium* ne se vide pas en une fois, et j'ai vu certaines Pezizes lancer ainsi leurs spores quinze jours de suite, quand je levais, le matin, le verre qui les couvrait.

Les spermaties sont déjà connues chez plusieurs Pezizes; mais chez celle-ci, je n'ai rien pu découvrir, même au tout jeune âge, qui pût être considéré comme un organe de ce genre.

La structure anatomique de notre plante est assez remarquable. Un tissu cortical, naissant du *sclerotium* même, entoure très-régulièrement la plante entière. Ce tissu (fig. 6) est formé de cellules colorées, ovales, régulièrement superposées, faisant quelquefois saillie sous forme de poils cloisonnés, et forme, en modifiant un peu ses cellules, la partie extérieure de la cupule. Le centre du pédicelle est occupé par un faisceau de cellules grêles (fig. 7), incolores, très-allongées, fortement serrées et adhérentes entre elles, qui se prolonge ainsi jusqu'à la cupule. A ce point, son tissu se modifie, devient plus lâche, agrandit ses cellules et s'épanouit pour former l'*hypothecium*.

Quand la cupule prend une grande extension, les cellules du faisceau central, trop peu nombreuses pour remplir son intérieur, se séparent alors pour former une charpente, souvent très-ingénieusement disposée, et se réunissent ensuite de nouveau pour soutenir l'*hypothecium*.

Nous avons vu, dans la première partie de ce travail, qu'un assez grand nombre de parasites se montrèrent sur les formations sphacéliennes de notre plante : quelques parasites envahirent également les *sclerotium* pendant leur germination; ce furent : le *Chaetostroma stipitatum* Corda,

le *Botrytis cinerea* Pers., et le *Trichothecium domesticum* Corda. Leur présence rendait généralement les *sclerotium* stériles.

Nous terminons ce travail par quelques remarques ou considérations générales, qui ne seront peut-être pas sans intérêt pour la mycologie générale. Ainsi :

1° La genèse des *Sclerotium varium*, *compactum*, *tectum*, etc., est, par analogie, une preuve de plus que le *Sclerotium clavus* D. C., est bien une production *sui generis*, un vrai *mycelium* et non une déformation de l'ovule, de l'ovaire ou d'un organe quelconque de graminée.

2° Il est très-probable que, de même que les sphacélies des *Claviceps purpurea*, *microcephala*, *nigricans*, et de la *Peziza sclerotiorum*, un grand nombre de gymnomycètes ne sont pas des espèces autonomes, mais simplement des *mycelium* fructifères de champignons supérieurs qui, rencontrant rarement les conditions requises à leur développement parfait, sont dotés, pour cette raison, d'un système de fructification supplémentaire.

3° Il est presque moralement certain que ces nombreux *sclerotium*, qui formaient autrefois la plus grande partie de la famille des sclérotiacées, sont précédés et produits par une forme sphacélienne. Ainsi, j'ai observé, cet automne, le *Sclerotium pubescens* Pers. : il était formé par une véritable sphacélie grisâtre, produisant de nombreuses stylospores arrondies, ovales ou ovales allongées. Les *Sclerotium semen* et *stercoreum* sont formés par un *mycelium* blanc, quoique je n'aie pas eu l'occasion de vérifier s'il était fructifère. C'est une sphacélie d'un jaune grisâtre qui donne naissance au *Sclerotium pyrinum* Fr. Elle fructifie et porte des spores ovalaires à extrémités souvent tronquées. Il est certain que le *Sepedonium mycophilum*

forme dans les bolets de véritables *sclerotium* brunâtres, souvent creux en dedans et présentant la même texture que le *Sclerotium boletophilum* Corda (1). Ces *Sepedonium* vivaient presque toujours en compagnie du *Monosporium agaricinum* Bonorden.

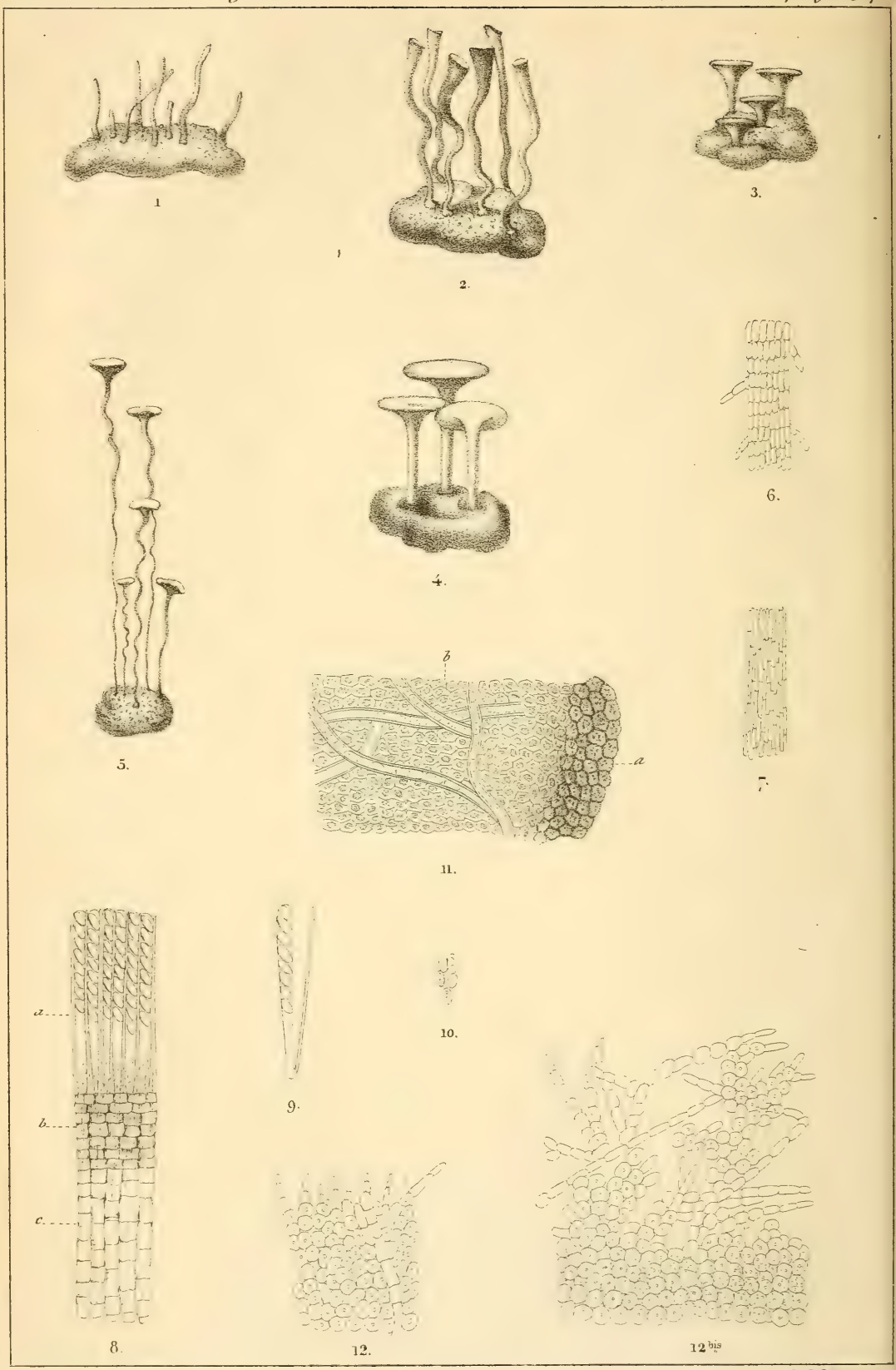
4° Ayant vu un même *mycelium* produire des *sclerotium* de structure anatomique très-différente, c'est-à-dire à cellules grandes ou petites, arrondies ou très-allongées, minces ou à nombreuses couches d'épaississement, et donner néanmoins naissance à la même Pezize, on doit en inférer que la nature des cellules du *sclerotium* sont d'une valeur déterminative très-minime.

5° S'il est vrai, comme nous l'avons vu, qu'un même *mycelium* peut produire des *sclerotium* de forme et d'aspect très-divers, il est au moins assez probable que des *mycelium* spécifiquement différents peuvent former des *sclerotium* semblables. Ceci serait important pour le cas où des *sclerotium* de même forme viendraient à produire des champignons différents.

6° Enfin, je crois qu'il ne faudrait plus que quelques expériences heureuses et conduites avec soin, pour pouvoir formuler une théorie générale de métamorphose chez les champignons sclérotiphorés. Il faudrait surtout, dans ces expériences, rechercher les causes qui peuvent influer sur la nature du *mycelium* et qui font qu'une même espèce se présente tantôt munie d'un *sclerotium*, tantôt privée de ce *mycelium*. L'époque de l'année où se développe le *mycelium* et le genre de spore qui lui a donné naissance, y contribuent probablement pour une large part.

---

(1) *Icon. Fung.*, t. III, *icon.* 54, f. 10.



G. Severeyns lith. de l'Acad. Roy.

Nous devons la planche qui accompagne ce mémoire à l'amitié et au talent de M. Gustave Boddaert, de Gand. Nous regrettons beaucoup de ne pouvoir y placer les figures explicatives de la période sphacélienne, parce que ces dessins, pris sans intention de publication, ne présentent pas cette stricte exactitude que nous leur désirerions.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 2, 3, 4, 5. Formes diverses de la *Peziza sclerotiorum* Libert. : grandeur naturelle.

— 6. Tissu épidermique (grossi 500 fois).

— 7. Faisceau central (500 fois).

— 8. Coupe horizontale d'une cupule. — *a. Hymenium, hypothecium. c.* — Tissu de la cupule (500 fois).

— 9. Thèque et paraphyse isolées (500 fois).

— 10. Spores (500 fois).

— 11. Coupe transversale d'un *sclerotium* (400 fois). — *a.* Épiderme. — *b.* Tissu interne.

— 12 et 12 *bis*. Fragments de *sclerotium* en voie de formation, et où se remarque la transition de l'état filamenteux à l'état celluleux.

Séance du 4 février 1860.

M. Van Beneden, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. Sauveur, Wesmael, Martens, Stas, De Koninck, De Vaux, Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Poelman, d'Udekem, Dewalque, *membres;* Lamarle, *associé;* Ernest Quetelet, Montigny, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

Le Gouvernement transmet un arrêté royal portant que : « La somme de cinq mille francs, affectée au prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques pour la période de 1854 à 1858, sera appliquée à un ou plusieurs concours extraordinaires, dont le sujet sera déterminé par le Ministre de l'intérieur, après avoir entendu l'Académie royale, classe des sciences. »

Une commission spéciale est nommée par la classe, afin d'indiquer les matières scientifiques les plus propres à fournir les sujets des concours extraordinaires proposés.

— La Société impériale des naturalistes de Moscou, la Société royale des sciences de Bohême à Prague, la Société de physique de Francfort, etc., remercient l'Académie pour l'envoi de ses publications.

— Il est fait hommage d'une notice nécrologique sur Gérard Vrolik, associé de la classe, décédé le 10 novembre 1859, par M. J. Vander Hoeven, membre de l'Académie d'Amsterdam.

M. le docteur C. Poelman, membre de la classe, dépose une notice imprimée *sur une tumeur cornée développée sur la tête d'une femme.* — Remercîments.

— La classe ordonne l'impression des documents suivants qui lui sont transmis sur la météorologie et sur les phénomènes périodiques des plantes et des animaux pendant l'année précédente, savoir :

1° Observations météorologiques faites en 1859, à Stavelot, par M. Dewalque, membre de l'Académie; à Namur, par M. A.-J. Maas, professeur de physique au collége de

la Paix ; à Venise, par M. Buchinger, jardinier en chef du Jardin botanique; à Herve, par M. Parent;

2° Observations sur les plantes et les animaux faites à Bruxelles, par M. Quetelet, à l'Observatoire, et dans les environs de Bruxelles, par MM. Vincent père et fils; à Melle, près de Gand, par M. Bernardin; à Stavelot, par M. Dewalque; à Ostende, par M. Ed. Landzweert, pharmacien.

— M. W. Haidinger, associé de l'Académie, transmet quelques détails sur un météore observé dans la partie sud-ouest de la Bohême, le 28 novembre dernier, à peu près vers 11 heures et demie. Il se pourrait même, écrit l'auteur, qu'on trouvât quelque aérolithe; mais il a été impossible jusqu'ici de faire les recherches nécessaires, la neige étant survenue trop tôt et ayant couvert la place où peut-être la chute a eu lieu. »

Après avoir communiqué cette lettre, M. le secrétaire perpétuel en dépose deux autres qu'il a reçues de M. Florimond, professeur à Louvain; elles concernent un bolide des plus brillants qui s'est montré à Louvain, le 20 janvier dernier, vers 4 heures et demie du matin. « Tout à coup, dit l'auteur, la chambre où je me trouvais s'éclaira graduellement d'une lumière jaune franchement prononcée et tellement vive qu'on put lire, très-distinctement, l'heure à une petite horloge, à trois ou quatre mètres de distance. A cette lumière jaune succéda une lumière rouge. Ce changement de couleur n'a pas été équivoque; il se caractérisait fort bien par les reflets successifs des murs blancs de la chambre. » Le phénomène a duré 4 à 6 secondes.

Dans une seconde lettre, M. Florimond ajoute qu'un veilleur de nuit « a vu un éclair, duquel est sorti une

boule de feu d'environ la grosseur du poing et d'un éclat éblouissant. Cette boule est tombée jusqu'à terre d'abord avec un mouvement lent qui est devenu ensuite très-rapide. » Le veilleur n'a pas entendu de détonation. « Cette boule de feu aurait fait sa première apparition non loin du zénith et se dirigeait vers la Vierge. »

M. Van Beneden remet une troisième lettre de l'auteur qui annonce que le phénomène aurait été observé également à Mulhouse et à Colmar. Quelques membres disent avoir été informés également de l'existence de ce phénomène lumineux, mais sans avoir pu l'observer eux-mêmes (1).

—

M. Lamont, directeur de l'observatoire de Munich et associé de l'Académie de Belgique, transmet les renseignements suivants *Sur la période annuelle de l'intensité horizontale du magnétisme terrestre :*

« Dans la théorie du magnétisme, c'est une question de grande importance de savoir si la position opposée du soleil, en hiver et en été, exerce une influence sur la *valeur moyenne* des constantes magnétiques, ou si l'effet du soleil consiste seulement à produire des *oscillations diurnes* qui, comme les ondes d'une masse fluide, troublent pour le moment la surface extérieure sans en changer le niveau moyen. Quant à la déclinaison, les observateurs sont d'accord que s'il existe une période annuelle, elle doit être

(1) Les journaux français mentionnent que, dans la nuit du 19 au 20 janvier 1860, vers 5 h. $^3/_4$, un grand nombre de personnes furent réveillées, à Plombières, par le bruit d'une explosion accompagnée d'une vive lueur due à un aérolithe. La même détonation a été entendue à Mulhouse et était également précédée d'une lueur, blanche d'abord, rouge ensuite, qui a duré environ deux secondes.

très-petite : à l'égard de l'intensité, les résultats qu'on a obtenus présentent des différences remarquables. Il y a des séries d'observations qui donnent deux *maxima* et deux *minima* annuels, d'autres ne donnent qu'un seul *maximum* et un seul *minimum;* les périodes diffèrent aussi par rapport à la grandeur, et on y rencontre des irrégularités qui semblent indiquer que les causes accidentelles ou les imperfections des instruments ont une grande influence.

Pour contribuer en quelque mesure à la décision d'une question si importante, j'ai calculé de nouveau, en employant une méthode uniforme, les résultats des observations horaires de Munich, commencées en 1840 et continuées, depuis la fin de 1841, avec des instruments perfectionnés, et j'ai obtenu, en réunissant dix-sept années d'observations pour la période annuelle, les nombres suivants :

Janvier	— 0,00039	Juillet	+ 0,00019
Février	— 0,00035	Août	— 0,00003
Mars	— 0,00029	Septembre	+ 0,00043
Avril	+ 0,00011	Octobre	+ 0,00047
Mai	— 0,00002	Novembre	0,00000
Juin	+ 0,00006	Décembre	— 0,00023

Ces nombres sont beaucoup trop petits et offrent trop d'irrégularités pour qu'on puisse en conclure avec quelque certitude l'existence d'une période annuelle. Je crois devoir attribuer les différences entre les mois aux perturbations magnétiques qui, comme on sait, sont plus ou moins nombreuses, suivant l'époque de l'année, et tendent toujours à produire une déviation en même sens.

» L'intensité horizontale augmente maintenant en Europe, sans qu'on y puisse reconnaître une loi régulière et uniforme. A Munich, le changement *moyen* annuel est de 0,0027 (en mesure absolue). Dans la table suivante, qui

contient les résultats obtenus pour l'intensité moyenne de chaque année, j'ai employé ce changement annuel pour réduire les nombres à 1842. Les nombres ainsi réduits seraient égaux si l'intensité augmentait en progression arithmétique. En les retranchant de la valeur moyenne 1,9293, on obtient les nombres de la dernière colonne, qui représentent l'irrégularité du mouvement séculaire :

ANNÉE.	INTENSITÉ observée.	INTENSITÉ réduite à 1842.	IRRÉGULARITÉ du mouvement séculaire.
1842	1,9282	1,9282	+ 0,0011
1843	1,9345	1,9318	— 0,0025
1844	1,9362	1,9308	— 0,0015
1845	1,9385	1,9302	— 0,0009
1846	1,9417	1,9310	— 0,0017
1847	1,9438	1,9303	— 0,0010
1848	1,9455	1,9291	+ 0,0002
1849	1,9468	1,9279	+ 0,0014
1850	1,9499	1,9283	+ 0,0010
1851	1,9544	1,9301	— 0,0008
1852	1,9519	1,9249	+ 0,0044
1853	1,9578	1,9281	— 0,0012
1854	1,9615	1,9291	+ 0,0002
1855	1,9639	1,9288	+ 0,0005
1856	1,9680	1,9302	— 0,0009
1857	1,9706	1,9301	— 0,0008

» Ces nombres, comme ceux qui ont été obtenus par d'autres observateurs, démontrent l'irrégularité du changement séculaire de l'intensité. Ce qui me paraît très-important, c'est qu'on n'y remarque aucune trace de la période décennale. Il paraît donc que la période décennale est indépendante de la cause qui produit le changement séculaire.

» En considérant les résultats que je viens d'exposer, je crois devoir conclure *que le mouvement diurne de l'aiguille et le changement périodique de la grandeur de ce mouvement ont leur source exclusivement dans le soleil, et ne font que produire des oscillations transitoires sans affecter l'état moyen.* Une onde électrique telle que je l'ai supposée

dans ma lettre du 4 août 1859, servirait à expliquer ce mouvement : en tout cas, les conditions que j'ai signalées pourront être utiles, quand il s'agit de représenter par une hypothèse mathématique les mouvements du magnétisme terrestre. »

— M. Jérôme Martynowski, professeur agrégé à l'université de Liége, présente un mémoire manuscrit sur la congruence $a^{\frac{n-1}{2}} \equiv (=1)^s$, mod. $= n$.

Cette note est renvoyée à l'examen d'un commissaire, M. Schaar.

RAPPORTS.

MM. de Selys-Longchamps et Jules d'Udekem font des rapports favorables sur deux mémoires présentés dans la séance précédente, par M. Van Beneden, directeur de la classe, concernant la *faune littorale de la Belgique* et traitant l'un des cétacés, l'autre des turbellariés.

Ces deux mémoires seront insérés dans les publications de la Compagnie.

— M. Liagre fait connaître le résultat de son examen sur un mémoire de M. Zytphen, concernant l'*Emploi de la daguerréotypie pour le dessin des cartes* et diverses autres inventions. « Le travail soumis à la classe, dit-il, peut être considéré comme ayant été livré à la publicité; par suite, il me paraît devoir être rangé dans la catégorie des ouvrages sur lesquels il n'est pas fait de rapport. » Ces conclusions sont adoptées.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Observations de la lune et des étoiles de même culmination faites en 1859. Notice de M. Ernest Quetelet.

J'ai l'honneur de présenter à la classe les observations de la lune et des étoiles de culmination lunaire qui ont été faites à l'Observatoire pendant le courant de l'année 1859.

Ces observations font suite aux trois séries qui ont déjà été publiées dans les *Bulletins*. Elles sont au nombre de quarante-trois, et elles portent à 289 le nombre des passages lunaires observés. Ainsi que dans les séries précédentes, ce ne sont que des positions relatives calculées surtout en vue de la détermination des longitudes terrestres.

Observations des passages de la lune et des étoiles de même culmination, faites en 1859.

(Les initiales B. et EQ. désignent les observateurs MM. Bouvy et Ern. Quetelet.)

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
13 janvier . . .	☾ I	$2^h 28^m$ 7,24	5	EQ.
	δ Arietis . . .	3 3 33,49	5	
	ζ Arietis . . .	3 6 49,32	5	
16 — . . .	n Tauri	5 10 50,32	5	EQ.
	β Tauri	5 17 24,92	5	
	☾ I	5 43 29,54	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
13 février . . .	5 Geminorum.	6h 2m55s,60	5	EQ.
	κ Aurigæ . . .	6 6 25,77	5	
	☾ I	6 19 45,98	5	
	53 Geminorum.	7 7 11,07	5	
	ι Geminorum.	7 17 0,31	5	
14 mars	υ Geminorum.	7 27 16,03	3	EQ.
	κ Geminorum.	7 35 58,08	5	
	☾ I	8 5 33,78	5	
	40 Cancri . . .	8 32 7,00	4	
	δ Cancri . . .	8 36 42,43	5	
17 —	45 Leonis . . .	10 20 14,44	5	EQ.
	ρ Leonis . . .	10 25 25,54	5	
	☾ I	10 58 32,17	5	
11 avril	η Cancri . . .	8 24 34,94	5	EQ.
	δ Cancri . . .	8 36 42,04	5	
	☾ I	8 45 45,21	5	
	83 Cancri . . .	9 11 8,60	5	
	λ Leonis . . .	9 23 42,50	5	
11 mai	c Leonis . . .	10 53 28,33	5	EQ.
	χ Leonis . . .	10 57 46,71	5	
	☾ I	11 11 17,91	5	
	e Leonis . . .	11 23 8,88	2	
	υ Leonis . . .	11 29 46,03	5	
12 —	e Leonis . . .	11 23 8,86	5	EQ.
	υ Leonis . . .	11 29 46,10	5	
	☾ I	12 1 29,56	5	
	f Virginis. . .	12 29 34,26	5	
	28 Virginis.	12 34 42,94	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1839.				
13 mai	*f* Virginis. . .	12h 29m 34s,33	1	B.
	28 Virginis. . .	12 34 42,92	5	
	☾ I	12 51 41,86	5	
	58 Virginis. . .	13 10 6,84	5	
	α Virginis. . .	13 17 48,84	5	
8 juin	☾ I	11 46 10,46	5	EQ.
	η Virginis. . .	12 12 43,79	5	
10 —	α Virginis. . .	13 17 48,74	5	EQ.
	☾ I	13 26 19,06	5	
	85 Virginis. . .	13 38 2,64	5	
	89 Virginis. . .	13 42 15,70	5	
11 —	85 Virginis. . .	13 38 2,59	5	EQ.
	☾ I	14 18 10,87	5	
	ι¹ Libræ. . . .	15 4 14,83	3	
14 —	α Scorpii . . .	16 20 49,68	5	EQ.
	τ Scorpii . . .	16 27 10,39	5	
	☾ I	17 5 15,85	5	
	θ Ophiuchi . .	17 13 25,07	5	
	d Ophiuchi . .	17 18 25,12	5	
15 —	θ Ophiuchi . .	17 13 25,00	5	EQ.
	d Ophiuchi . .	17 18 25,15	5	
	☾ II	18 4 42,37	5	
	λ Sagittarii . .	18 19 20,02	5	
	φ Sagittarii . .	18 36 54,71	5	
16 —	λ Sagittarii . .	18 19 19,96	5	EQ.
	φ Sagittarii . .	18 36 54,69	5	
	☾ II	19 0 15,98	5	
	h^2 Sagittarii . .	19 28 11,32	5	
	f Sagittarii . .	19 38 11,62	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
6 juillet. . . .	η Virginis. . .	12h 12m 43s,54	3	EQ.
	☾ I	12 19 43,69	5	
8 —	☾ I	14 2 0,22	5	EQ.
	x^2 Libræ. . . .	14 43 7,94	5	
9 —	☾ I	14 55 12,82	5	EQ.
	39 Libræ. . . .	15 28 31,84	5	
	42 Libræ. . . .	15 32 0,59	5	
10 —	39 Libræ. . . .	15 28 31,79	5	EQ.
	42 Libræ. . . .	15 32 0,54	5	
	☾ I	15 50 16,58	5	
	σ Scorpii . . .	16 12 41,18	3	
	α Scorpii . . .	16 20 49,83	5	
11 —	α Scorpii . . .	16 20 49,69	5	B.
	☾ I	16 46 45,12	5	
	θ Ophiuchi . .	17 13 25,14	5	
	d Ophiuchi . .	17 18 25,39	5	
12 —	θ Ophiuchi . .	17 13 25,17	5	EQ.
	d Ophiuchi . .	17 18 25,36	5	
	☾ I	17 43 36,01	5	
	δ Sagittarii . .	18 12 2,40	5	
	λ Sagittarii . .	18 19 20,33	5	
13 —	δ Sagittarii . .	18 12 2,44	4	EQ.
	λ Sagittarii . .	18 19 20,35	5	
	☾ I	18 39 29,57	5	
	τ Sagittarii . .	18 58 12,45	5	
	π Sagittarii . .	19 1 26,76	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
16 juillet . . .	21 Capricorni .	20h 52m 59s,36	5	EQ.
	θ Capricorni .	20 58 4,98	5	
	☾ II	21 14 41,00	5	
	γ Capricorni .	21 32 20,37	5	
	δ Capricorni .	21 39 19,09	5	
6 août	20 Libræ* . . .	14 55 52,39	5	EQ.
	☾ I	15 32 23,02	5	
	σ Scorpii . . .	16 12 40,89	5	
	α Scorpii . . .	16 20 49,59	5	
7 —	α Scorpii . . .	16 20 49,50	5	EQ.
	☾ I	16 28 47,27	4	
	θ Ophiuchi . .	17 13 25,01	5	
	d Ophiuchi . .	17 18 25,26	5	
11 —	☾ I	20 7 58,75	5	EQ.
	ρ Capricorni .	20 20 53,08	5	
	τ^2 Capricorni .	20 31 27,26	5	
13 —	ι Capricorni .	21 14 27,79	5	EQ.
	γ Capricorni .	21 32 20,72	4	
	☾ II	21 45 50,38	5	
	θ Aquarii . . .	22 9 27,47	5	
	σ Aquarii . . .	22 23 14,95	5	
5 septembre. .	☾ I	18 2 51,41	5	EQ.
	φ Sagittarii . .	18 36 54,96	5	
	σ Sagittarii . .	18 46 35,47	5	
8 — . .	ρ Capricorni .	20 20 53,13	5	B.
	☾ I	20 40 43,80	5	
	θ Capricorni .	20 58 5,27	5	
	ι Capricorni .	21 14 27,77	4	

* Faible.

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
12 septembre. .	κ Piscium. . .	23h 19m 46s,29	5	EQ.
	☾ II.	23 44 32,87	5	
	45 Piscium. . .	0 18 29,90	3	
3 octobre. . .	δ Sagittarii. .	18 12 1,60	5	EQ.
	λ Sagittarii. .	18 19 19,59	5	
	☾ I	18 37 13,39	5	
	σ Sagittarii. .	18 46 34,95	5	
	τ Sagittarii. .	18 58 11,92	5	
4 — . . .	σ Sagittarii. .	18 46 34,93	5	EQ.
	τ Sagittarii. .	18 58 11,89	5	
	☾ I	19 31 18,98	5	
	ω Sagittarii. .	19 47 15,86	5	
	A Sagittarii. .	19 50 25,49	5	
5 — . . .	ω Sagittarii. .	19 47 15,91	5	EQ.
	A Sagittarii. .	19 50 25,55	5	
	☾ I	20 22 24,40	5	
	21 Capricorni .	20 52 59,38	5	
	θ Capricorni .	20 58 5,04	4	
8 — . . .	θ Aquarii. . .	22 9 27,54	5	EQ.
	σ Aquarii. . .	22 23 15,14	5	
	☾ I	22 41 41,38	5	
	φ Aquarii. . .	23 7 5,32	5	
	κ Piscium. . .	23 19 46,40	5	
11 — . . .	B. A. C. 149 . .	0 28 40,96	5	EQ.
	δ Piscium. . .	0 41 26,39	5	
	☾ I	0 58 3,08	5	
	ρ Piscium. . .	1 18 43,96	5	
	η Piscium. . .	1 24 0,89	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
5 novembre. .	ν Aquarii . . .	21h 1m58s,14	5	EQ.
	ι Capricorni .	21 14 27,10	5	
	☾ I	21 38 8,36	5	
	ι Aquarii . . .	21 58 52,94	5	
	θ Aquarii . . .	22 9 27,18	5	
6 — . .	☾ I	23 52 6,90	5	EQ.
	d Piscium . .	0 13 24,76	5	
	45 Piscium . .	0 18 30,04	5	
9 — . .	β Arietis . . .	1 46 56,10	5	EQ.
	B. A. C. 607 . . .	1 51 51,20	5	
	☾ I	2 19 16,53	5	
	δ Arietis . . .	3 3 39,25	5	
	ζ Arietis . . .	3 6 53,15	5	
10 — . .	δ Arietis . . .	3 3 39,23	5	EQ.
	ζ Arietis . . .	3 6 53,05	5	
	☾ II.	3 18 26,98	5	
	η Tauri	3 39 11,63	5	
	A¹ Tauri	3 56 26,88	5	
3 décembre. .	φ Aquarii . . .	23 7 4,82	5	EQ.
	κ Piscium. . .	23 19 46,00	5	
	☾ I	23 32 12,80	5	
	26 Piscium. . .	23 47 38,94	5	
	ω Piscium. . .	23 32 8,28	5	
7 — . .	ν Arietis . . .	2 30 53,96	5	EQ.
	☾ I	2 48 51,19	5	
	δ Arietis . . .	3 3 39.40	5	
	ζ Arietis . . .	3 6 53,26	5	

DATES.	OBJET.	α OBSERVÉE.	Nombre DE FILS.	OBSERVATEUR.
1859.				
8 décembre. .	δ Arietis . . .	3h 3m39s,46	5	EQ.
	ζ Arietis . . .	3 6 53,30	5	
	☾ I	3 48 37,72	5	
	υ1 Tauri	4 17 58,00	5	
	τ Tauri. . . .	4 33 52,72	3	
9 — . .	υ1 Tauri. . . .	4 17 57,99	2	EQ.
	τ Tauri. . . .	4 33 52,60	5	
	☾ I	4 52 54,16	5	
	β Tauri. . . .	5 17 28,67	5	
	χ Aurigæ . . .	5 23 39,23	5	

—

Solution géométrique d'une série de problèmes relatifs à l'art des constructions; par M. Lamarle, associé de l'Académie.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

POUSSÉE ET BUTÉE DES TERRES.

I. Le présent travail a pour objet une série d'applications relatives à l'art du constructeur et reposant toutes sur la solution préalable d'un seul et même théorème fondamental. Ce théorème, étant traité par la méthode qui nous est propre, n'implique aucune notion transcendante, et il s'établit directement par voie géométrique. Les ques-

tions qu'il sert à résoudre empruntent à ce mode particulier de solution une clarté remarquable et de grandes facilités pour les différents cas d'application.

Plusieurs de ces questions se rapportent à la résistance des matériaux à contexture grenue, tels que la pierre ou la fonte. Les résultats auxquels nous parvenons sont en partie nouveaux. Nous les croyons curieux et très-propres à faire ressortir la concordance qui subsiste entre la théorie et la pratique, là même où certains faits expérimentaux avaient fait penser à l'un de nos plus habiles ingénieurs (*) qu'il existait un complet désaccord entre ces faits et les déductions théoriques.

Les autres questions ont principalement pour objet la résistance des terres dans des conditions diverses, la poussée et la butée des massifs de forme quelconque polygonale.

On connaît les travaux publiés sur la poussée des terres, par MM. Prony, Français, Navier, Persy et Audoy. On sait comment M. Poncelet a substitué aux méthodes de calcul qu'on employait avant lui, et qu'il était difficile de généraliser sans une grande complication, une méthode géométrique beaucoup plus simple; on sait aussi comment cette dernière méthode s'est étendue d'elle-même à la butée des terres. Nous empruntons à M. Poncelet une des transformations dont il s'est servi. Notre méthode est d'ailleurs tout à fait originale et plus générale encore que celle de M. Poncelet. Comparativement aux autres, elle a l'avantage précieux de présenter toujours une extrême facilité et de s'appliquer sans modification notable aux cas les plus simples et aux cas les plus complexes. Veut-on tenir

---

(*) M. Vicat. (Voir les *Annales des Ponts et Chaussées de France*, année 1833, 2me semestre.)

compte à la fois, ou séparément, du frottement, de la cohésion, et de l'action simultanée de plusieurs forces qui concourraient ensemble à équilibrer la poussée ou la butée des terres? La solution reste toujours la même, purement géométrique et tout élémentaire.

THÉORÈME.

II. Soient D, Δ deux droites fixes.

Un point *m* glisse sur la droite D et entraîne avec lui deux droites mobiles, *ma*, *mn*.

Les droites *ma*, *mn* sont respectivement assujetties, la première à passer par un point fixe *a*, la seconde à faire avec la première un angle constant *amn*.

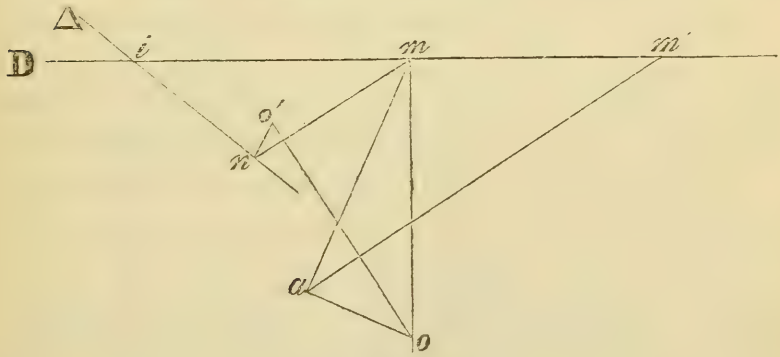
Cela posé, *n* étant le point où la droite *mn* coupe la droite Δ, on a le théorème suivant :

Il existe sur la droite Δ *une position limite que le point* n *peut atteindre et qu'il ne peut pas dépasser.*

Cette limite correspond à la position du point m *pour laquelle les angles* man, nmD *sont égaux.*

DÉMONSTRATION.

Désignons par *i* le point d'intersection des droites D, Δ,



(*Fig.* 1.)

et par m' la position du point m pour laquelle l'angle $am'i$ est égal à l'angle constant amn.

On voit aisément ce qui se passe dans l'intervalle im'.

Tandis que le point m *va de* i *en* m', *le point* n *part de* i, *s'éloigne et revient en* i, *après un certain écart maximum.*

Cet écart maximum correspond à la position du point m *pour laquelle la vitesse du point* n *sur la droite* Δ *change de sens et s'annule.*

Soit o le centre instantané de rotation des droites ma, mn pour une position quelconque du point m sur le segment im'.

Le point o est à l'intersection des deux droites mo, ao respectivement perpendiculaires, l'une en m à la droite D, l'autre en a à la droite am.

Du centre o abaissons sur mn une perpendiculaire et prolongeons-la jusqu'à sa rencontre en o' avec la perpendiculaire élevée en n sur la droite Δ.

La rotation ω, qui s'établit autour du centre o par suite du mouvement du point m sur la droite D, peut être transportée autour du centre o'. Il suffit pour cela qu'on la compose avec une translation déterminée en direction, sens et grandeur, par la vitesse actuelle du point o'.

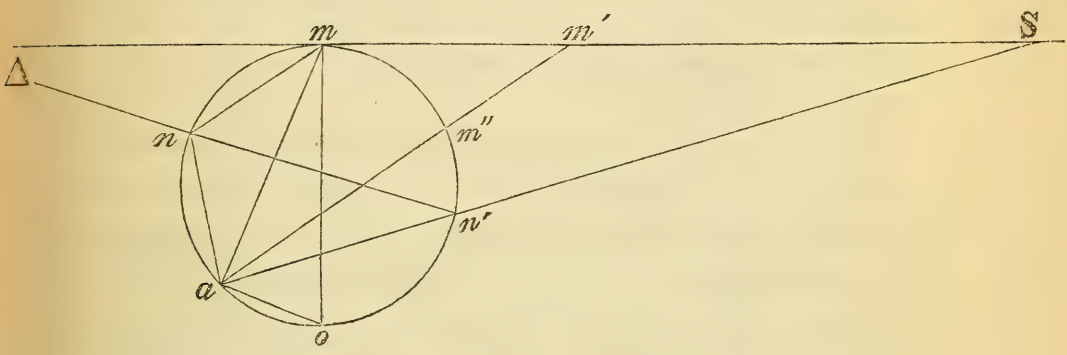
Il suit de là que, dans le mouvement du point m sur la droite D, la droite mn peut être considérée à chaque instant comme animée de deux mouvements simultanés, l'un de translation qui la fait glisser sur elle-même, avec la vitesse actuelle du point o', l'autre de rotation qui la fait tourner autour du point o' avec la vitesse angulaire ω.

La translation qui fait glisser la droite mn sur elle-même, ne modifie en rien ni la position ni la vitesse du point n sur la droite Δ. Il s'ensuit que cette vitesse

résulte exclusivement de la rotation ω transportée autour du centre o' (*). On peut, en conséquence, poser, dès à présent, la déduction suivante :

Pour que la vitesse du point n *sur la droite* Δ *change de sens et s'annule, il faut que le point* o′ *coïncide avec le point* n, *c'est-à-dire que la perpendiculaire, abaissée du point* o *sur la droite* mn, *tombe précisément en* n.

Supposons cette condition remplie. *Le quadrilatère*



(*Fig.* 2.)

mnao (fig. 2) *est inscriptible dans la circonférence de cercle ayant* mo *pour diamètre, et, comme les angles* man, nmD *ont pour mesure commune la moitié de l'arc* mn, *il s'ensuit qu'ils sont égaux.*

De là résulte le théorème énoncé ci-dessus, théorème également applicable au cas où les droites D, Δ se coupent et à celui où elles sont parallèles.

(*) Les vitesses simultanées qui animent, l'une le point *m* sur la droite *D*, l'autre le point *n* sur la droite Δ, sont respectivement proportionnelles, la première à *om*, la seconde à *o′n*.

COROLLAIRES.

III. Soient m'' et n' les points où la circonférence *mnao* est rencontrée pour la deuxième fois par la droite am' et par la droite Δ.

Soit d'ailleurs s le point où la droite an' va couper la droite D.

L'égalité des angles amn, $am'm$ implique celle des arcs mn, mm'', et, par conséquent, aussi celle des angles man, mam'.

On voit, en outre, que les angles amn, $an'n$ sont nécessairement égaux.

Cela posé, les droites am', an' étant toutes deux déterminées *à priori* par la condition qu'elles remplissent de couper, sous un même angle donné amn, l'une la droite D, l'autre la droite Δ, il est visible qu'indépendamment de la solution directe énoncée ci-dessus, on a en outre, pour déterminer la position du point m, qui correspond à l'égalité des angles man, nmD, les corollaires suivants :

1° *La position limite du point* n *sur la droite* Δ, *correspond à la position du point* m, *pour laquelle la droite* am *divise en deux parties égales l'angle* nam'.

2° *La position limite du point* n *sur la droite* Δ *correspond à la position du point* m, *pour laquelle le carré de la distance* sm *est égal au produit des deux longueurs* sa, sn'.

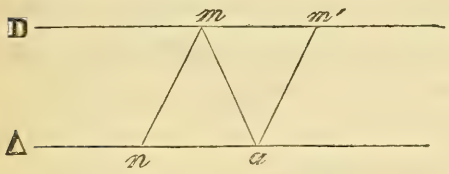
N. B. On observera que si la droite an' était parallèle à la droite D, le point m à déterminer serait à la rencontre de la droite D avec la perpendiculaire élevée sur le milieu du segment an'.

APPLICATIONS.

Première question.

IV. Soit *amn* un angle constant, tournant autour de son sommet *m*; Δ une droite fixe; *an* le segment intercepté sur cette droite par les côtés de l'angle *amn*.

On demande de déterminer la position de l'angle mobile *amn* pour laquelle le segment *an* est le plus petit possible.



(*Fig.* 3.)

Par le point *m*, menons une droite D parallèle à la droite Δ. Imaginons que le point *m* glisse sur la droite D, et qu'il entraîne avec lui les deux droites *ma*, *mn* respectivement assujetties, la première à passer par le point fixe *a*, la seconde à faire avec la première un angle constant *amn*.

Il est visible que, sans rien changer à la longueur du segment *an* pour une même direction quelconque de la droite *am*, on peut substituer à la rotation de l'angle *amn* autour du sommet *m* supposé fixe, le glissement de ce même sommet sur la droite D dans les conditions définies ci-dessus.

Cela posé, menons la droite *am'* de manière à ce qu'elle coupe la droite D sous un angle *am'm* précisément égal à l'angle donné *amn*.

Conformément au corollaire 1 du n° III, la position du point *m* pour laquelle le segment *an* est le plus petit possible, est à la rencontre de la droite D avec la bissectrice de l'angle *nam'*.

Soit *am* cette bissectrice. L'égalité des deux angles *am'm*, *amn* combinée avec celle des angles *mam'*, *man*, implique celle des angles *man*, *mna*.

Concluons que le triangle *anm* est isocèle et que, en conséquence, on peut énoncer, comme il suit, la solution du problème à résoudre.

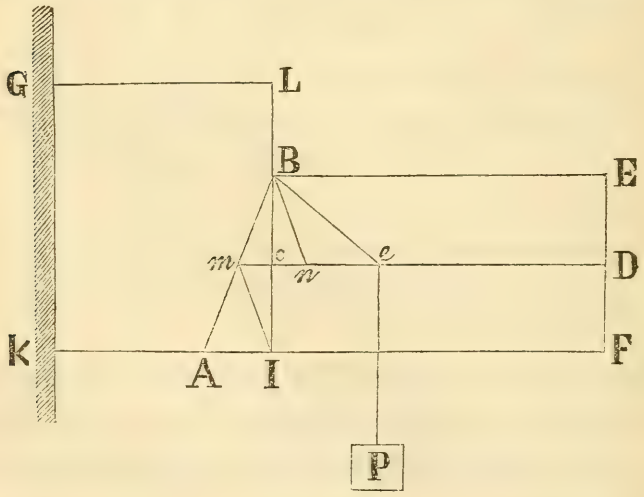
Le segment an *est le plus petit possible, lorsque la bissectrice de l'angle* amn *est perpendiculaire à la droite* D.

Cette solution peut aisément s'établir d'une manière directe. Nous avons préféré la déduire du théorème exposé au n° II, ce qui montre une première application de ce théorème et permet d'y ramener toutes les questions suivantes.

Deuxième question.

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique encastré horizontalement et sollicité par un poids.

V. Soit GLBEFK la section longitudinale, supposée par-



(*Fig.* 4.)

tout la même, d'un prisme droit, encastré verticalement en GK et sollicité en e par un poids P.

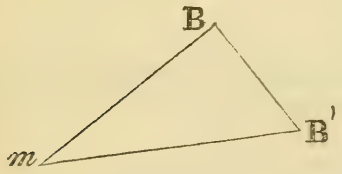
La section de plus facile rupture étant plane, perpendiculaire au plan de la figure, et partant du point B, il s'agit d'en déterminer la direction BA.

La direction cherchée est évidemment celle pour laquelle, *sans sortir des limites de l'élasticité,* l'extension produite en B, perpendiculairement au plan de rupture, est un *maximum.*

Soit μ cette extension pour l'unité de longueur, E le coefficient d'élasticité, m le milieu de la droite BA. La réaction développée en B et rapportée à l'unité de surface a pour mesure le produit $E\mu$. Les réactions développées de m en B et de m en A sont d'ailleurs, ainsi qu'on le sait, respectivement proportionnelles aux distances comprises entre les points que l'on considère et l'axe d'équilibre projeté en m.

Partant de là, et procédant par voie purement géométrique, on déduit aisément l'équation suivante (*) :

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad P = \frac{2}{3} E\mu . b \frac{l^2}{a+x},$$



(*) La résultante des forces développées de m en B, perpendiculairement au plan BA, est représentée en grandeur par l'aire du triangle mBB', rectangle en B, et dont le côté BB' est pris égal à $E\mu$ pour l'unité de longueur. De là résulte, en désignant par R cette résultante,

$$R = \frac{E\mu bl}{2},$$

et, comme elle agit au centre de gravité de ce même triangle, elle a pour

où l représente la longueur Bm, b l'épaisseur du prisme, a et x les distances des points e et m au plan de la section transversale LB1.

L'équation (1) montre que le *maximum* de la quantité μ correspond au *minimum* de l'expression fractionnaire

$$\frac{l^2}{a+x}.$$

Le point e étant pris sur l'axe mD, tirons la droite Be et menons la droite Bn de manière à ce que l'angle mBn soit précisément égal à l'angle Bem. La similitude des triangles mBn, mBe donne immédiatement

$$mn = \frac{\overline{\mathrm{B}m}^2}{me} = \frac{l^2}{a+x}.$$

Il suit de là, conformément au principe établi n° IV, que le *minimum* du segment mn, et par suite le *maximum* de la quantité μ, correspond à la direction de la droite BA pour laquelle la verticale BI divise en deux parties égales l'angle mBn, pris égal à l'angle Bem.

---

moment par rapport à l'axe projeté en m

$$\frac{\mathrm{E}\mu bl^2}{3}.$$

Le moment des forces développées de m en A étant le même, le moment total des réactions à considérer est évidemment

$$\frac{2}{3}\,\mathrm{E}\mu bl^2,$$

ce qui donne l'équation d'équilibre

$$\mathrm{P}\,(a+x) = \frac{2}{3}\,\mathrm{E}\mu bl^2.$$

De là résultent en premier lieu les conclusions suivantes :

1° *La ligne de plus facile rupture est la perpendiculaire abaissée du point* B *sur la bissectrice de l'angle* Bem (*).

2° *A mesure que le point* e *s'éloigne de la verticale* BI, *la ligne de plus facile rupture se rapproche indéfiniment de cette même verticale.*

3° *Lorsque le point* e *se rapproche de la verticale* BI, *la ligne de plus facile rupture s'en écarte sans pouvoir dépasser l'inclinaison de* 45°.

4° *A la limite, lorsque le poids* P *agit suivant la verticale* BI, *la ligne de plus facile rupture fait un angle de* 45° *avec l'horizontale.*

Ces résultats que nous croyons nouveaux, offrent une vérification remarquable des faits expérimentaux constatés par M. Vicat et publiés par lui dans les *Annales des Ponts et Chaussées.* (Année 1833, 2me semestre, pages 201 et suivantes.)

VI. Supposons que le poids P agisse suivant la verticale BI et qu'il ait l'intensité nécessaire pour que l'extension μ soit la plus grande extension compatible avec la conservation de l'élasticité. On a, dans ce cas,

$$a = o,$$

et, désignant par h la hauteur BI,

$$x = \frac{h}{2}, \quad l^2 = \frac{h^2}{2}.$$

(*) La ligne de plus facile rupture se détermine en prenant $em = e$B et tirant Bm. Il serait curieux de vérifier par l'expérience cette déduction théorique.

L'équation (1) donne, en conséquence,

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad P = \frac{2}{3} E\mu.b.h.$$

Si l'on admet avec M. Navier que la force transverse permanente soit les quatre cinquièmes de la force tirante permanente; si l'on désigne en même temps par P′ la plus grande valeur admissible pour P, dans l'hypothèse où la rupture s'effectuerait suivant la section BI, on doit poser

$$(3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad P' = \frac{4}{5} E\mu b.h.$$

La comparaison des équations (2) et (3) montre que, dans le cas où le poids agit suivant la verticale BI, la rupture est plus facile suivant le plan BA que suivant le plan BI. Cette déduction est entièrement conforme aux faits constatés par M. Vicat et consistant en ce que ce n'est point, en général, par insuffisance de la force transverse que la rupture s'accomplit.

Observons en terminant que si la section d'encastrement était reportée en BI, à la ligne de plus facile rupture, représentée par BA, se substituerait la ligne brisée d'égale résistance B*m*I.

Cette dernière déduction rend compte des arrachements courbes observés par M. Vicat. Elle fait voir en outre que, s'il s'agit de rivets à section carrée, la partie de ces rivets, située au delà des points où l'encastrement commence, doit avoir pour longueur *minimum* la moitié de leur épaisseur. La limite de l'effort qu'ils peuvent supporter d'une manière permanente se trouve d'ailleurs déterminée par l'équation (2).

Il est facile d'étendre ces déductions au cas de rivets à section quelconque et des tourillons. Toutefois, on ne perdra pas de vue qu'elles supposent une matière homogène, ou du moins également résistante dans tous les sens.

Troisième question.

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique chargé d'un poids.

VII. Soit un solide homogène, affectant la forme d'un parallélipipède rectangle et reposant par sa base sur un plan fixe horizontal.

La face supérieure du massif étant sollicitée par un poids P, on suppose que l'action de ce poids tend à rompre le parallélipipède suivant une section plane R, normale à la face ABCD (fig. 5) et dirigée suivant *am*.

Cela posé, il s'agit de déterminer la position de la droite *am* pour laquelle la rupture est la plus facile, c'est-à-dire la position de la droite *am* pour laquelle le poids capable de produire la rupture est le moindre possible.

Observons qu'à l'instant précis où le poids P atteint l'intensité nécessaire pour produire la rupture, il y a équilibre entre ce poids et les réactions développées le long de la section R. Observons, en outre, que ces réactions se réduisent à deux, l'une T parallèle à *am*, l'autre N normale à la première.

La réaction T doit en général être considérée comme dépendant à la fois de la cohésion et du frottement. En tant qu'elle dépend de la cohésion, on peut la désigner par T′ et la représenter par *am*. En tant qu'elle dépend du frottement, on peut la composer avec la réaction normale

N, ce qui donne pour résultante une réaction N′, inclinée sur N d'un angle précisément égal à l'angle du frottement.

Dans tout ce qui suit, nous conserverons ces notations, et nous désignerons, d'ailleurs,

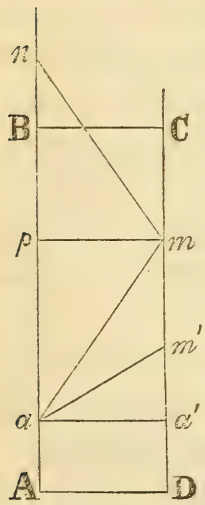
Par φ l'angle du frottement;

Par f la tangente de l'angle φ ou, ce qui revient au même, le coefficient du frottement;

Par γ la cohésion pour l'unité de surface;

Par Π le poids de l'unité de volume de la matière du massif, poids dont nous faisons d'abord abstraction dans ce premier problème.

La droite *am* étant prise pour ligne de rupture, si l'on représente par *am* la cohésion T′, et que, par le point *m*, on tire la droite *mn* sous l'angle $amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$, il est visible que le segment *an*, intercepté sur la verticale AB par l'angle *amn*, représente l'intensité que doit avoir le poids P pour produire la rupture suivant la droite *am*. Concluons que la direction de plus facile rupture est celle pour laquelle le segment *an* est le plus petit possible, le point *m* glissant sur la verticale DC et entraînant avec lui les deux droites *ma*, *mn*, respectivement assujetties; la première à passer par le point fixe *a*, la seconde à faire avec la première un angle constant $amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$.



(*Fig.* 5.)

On voit par ce qui précède comment la question à résoudre se ramène au théorème fondamental exposé au n° II.

Soit *aa′* l'horizontale passant par le point *a*. Tirons la droite *am′* sous l'angle $a'am' = \varphi$. *La ligne cherchée de plus facile*

rupture est la droite am *qui divise en deux parties égales l'angle* nam'. (Corollaire 1, n° III.)

On a par construction :

$$\widehat{m'aa'} = \varphi. \quad \widehat{mm'a} = \frac{\pi}{2} + \varphi \quad \widehat{mam'} = \widehat{map} = \tfrac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right).$$

Menons par le point m, 1° la droite mn sous l'angle $amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$, 2° l'horizontale mp. On a

$$\widehat{pma} = \frac{\pi}{2} - \widehat{pam} = \tfrac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = \tfrac{1}{2}\,\widehat{amn}.$$

Il suit de là que le triangle amn est isocèle, que le point p est le milieu du segment an, et qu'en désignant par P le plus petit poids capable de déterminer la rupture, on doit écrire

$$\frac{P}{T'} = 2\,\frac{ma'}{ma},$$

Soient a la largeur aa' et b la longueur du massif mesurée perpendiculairement à la figure 5. On a

$$T' = \gamma.b.am,$$

et par suite

$$P = 2\gamma.b.ma'.$$

On a d'ailleurs

$$ma' = a \operatorname{tg} \tfrac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = a\left(\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \frac{\pi}{2} + \varphi}} - \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\pi}{2} + \varphi}\right)$$

$$= a\,(f + \sqrt{1 + f^2}).$$

Il vient donc

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad P = 2\gamma a.b.\,(f + \sqrt{1 + f^2}),$$

et si l'on désigne par α l'angle que fait avec l'horizontale la direction de plus facile rupture

$$(2) \quad . \quad . \quad \text{tang}\,\alpha = \text{tg}\,\tfrac{1}{2}\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = f + \sqrt{1 + f^2}.$$

On observera que s'il s'agit d'une matière grenue et très-cohérente, telle que certaines pierres, la cohésion doit être considérée comme intervenant seule jusqu'à la rupture. En ce cas donc, il faut poser $f = o$, ce qui donne

$$\text{tang}\ \alpha = 1$$

et montre que le plan de rupture est dirigé suivant l'inclinaison de 45°. Ce résultat est confirmé par l'expérience.

La formule (1) se réduit, pour $f = o$, à

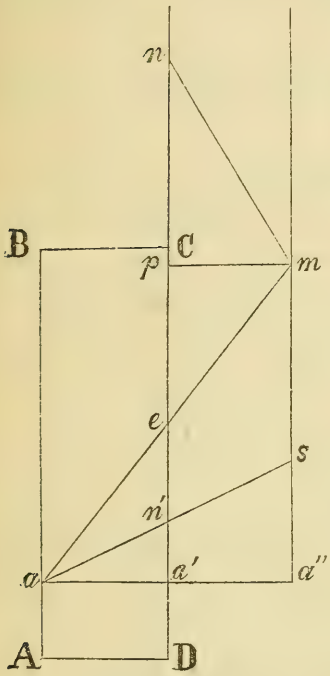
$$(3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{P} = 2\gamma a.b.$$

Si l'on voulait appliquer cette formule, il ne faudrait pas perdre de vue que la cohésion représentée par γ n'est pas la cohésion primitive de la pierre soumise à l'expérimentation, mais bien la cohésion qui subsiste à l'instant de la disjonction, après l'altération plus ou moins complète qui prépare et précède la rupture. Faute de prendre garde à cette circonstance, on serait conduit à attribuer à la formule (3) un sens qu'elle ne comporte point, et à créer artificiellement entre la théorie et l'expérience un désaccord qui n'existe pas en réalité.

Ajoutons comme dernière observation que les formules (1) et (2) sont particulièrement applicables aux massifs composés de terres cohérentes ou de matières analogues.

Quatrième question.

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique pesant et chargé d'un poids.



(*Fig.* 6.)

VIII. Reprenons la question précédente en tenant compte du poids du prisme qui tend à se détacher et qui se trouve au-dessus de la ligne de rupture.

Désignons par h la distance aB et prolongeons l'horizontale aa' d'une longueur $a'a''$ déterminée par l'équation de condition

$$\frac{a'a''}{2h} = \frac{\gamma.aa'.b}{\Pi.aa'.h.b} = \frac{\gamma}{\Pi h},$$

ce qui donne

$$a'a'' = \frac{2\gamma}{\Pi}.$$

Il en résulte qu'en représentant par $2h$. le poids $\Pi a.b.h$ du prisme aBCa', la cohésion développée suivant la section aa' est représentée par $a'a''$. Il en résulte en même temps que, pour une ligne quelconque de rupture aem, coupant en e la droite DC et aboutissant en m à la verticale menée par le point a'', le poids du prisme qui tend à se détacher et la cohésion suivant ae sont représentés respectivement, l'un par $2h - a'e$, l'autre par em.

Soit n le point de rencontre de la verticale DC avec la

droite menée par le point m sous l'angle $amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$. Il est visible qu'en désignant par P l'intensité du poids capable de produire la rupture suivant ae, la quantité $P + \Pi a.b.h$ est représentée par $2a'n$. Or $\Pi a.b.h$ est une quantité constante. Donc la moindre valeur de P correspond à la position du point m pour laquelle la distance $a'n$ est la moindre possible.

Ici, comme tout à l'heure, nous voici ramenés au théorème fondamental exposé au n° II.

Tirons la droite an' sous l'angle $n'aa' = \varphi$ et prolongeons-la jusqu'à sa rencontre en s avec la verticale $a''m$. L'angle $an'e$ est égal à $\frac{\pi}{2} + \varphi$. Il s'ensuit, conformément au corollaire 2 du n° III que l'on a pour déterminer la position du point m, qui fixe la ligne de plus facile rupture am, la relation suivante :

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \overline{sm}^2 = sa.\,sn'.$$

Soit α l'angle que la ligne am de plus facile rupture fait avec l'horizontale aa'', on a d'abord

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{ma''}{aa''} = \frac{a''s}{aa''} + \frac{sm}{aa''} = f + \frac{sm}{aa''}.$$

On a d'ailleurs

$$n's = \frac{a'a''}{\cos\varphi}, \quad as = \frac{aa''}{\cos\varphi}, \quad \overline{sm}^2 = \frac{a'a.\,aa''}{\cos^2\varphi}.$$

Il vient donc en substituant

$$\text{tang}\,\alpha = f + \frac{1}{\cos\varphi}\sqrt{\frac{a'a''}{aa''}},$$

et eu égard aux valeurs de $\cos\varphi$ et de $a'a''$.

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \operatorname{tang}\alpha = f + \sqrt{\frac{2\gamma(1+f^2)}{\Pi a + 2\gamma}}.$$

D'un autre côté, mp étant la perpendiculaire abaissée du point m sur la verticale CD, l'angle nmp est égal à $\frac{\pi}{2} - (\alpha - \varphi)$, et l'on a

$$a'n = ma'' + np = aa'' \operatorname{tang}\alpha + a'a''.\cot(\alpha - \varphi).$$

De là résulte

$$(3). \quad . \quad . \quad a'n = a \operatorname{tang}\alpha + \frac{2\gamma}{\Pi} \cdot \frac{1 + \operatorname{tang}^2\alpha}{\operatorname{tang}\alpha - f}.$$

Pour passer de la valeur $a'n$ à celle de la quantité $P + \Pi a.b.h$, le facteur à introduire est, comme on l'a vu plus haut, $\frac{\Pi a.b}{2}$. Il vient donc enfin

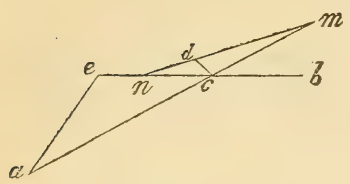
$$(4) \quad . \quad . \quad P + \Pi abh = \frac{\Pi a^2 b}{2} \operatorname{tang}\alpha + \gamma ab \frac{1 + \operatorname{tg}^2\alpha}{\operatorname{tang}\alpha - f}.$$

Les équations (2) et (4) résolvent complétement la question proposée. L'équation (4) montre, ainsi qu'on le voit d'ailleurs *à priori*, que la ligne de plus facile rupture doit partir du point A.

On observera qu'il y a lieu d'apporter ici les mêmes restrictions qu'au numéro précédent. Les ayant déjà mentionnées, nous croyons superflu de les reproduire.

Cinquième question.

Équilibre d'un massif coupé latéralement.



(*Fig.* 7.)

IX. Soit *aeb* le profil d'un massif limité à sa surface supérieure par un plan *be* et coupé latéralement suivant un talus plan *ea*.

Il s'agit de déterminer la plus grande longueur qu'on peut donner au talus *ea* sans qu'il y ait disjonction.

On suppose que la rupture tend à se faire suivant un plan mené par l'arête inférieure du talus *ea*.

Soit *ac* une droite quelconque prise pour ligne de rupture.

Les forces à considérer sont au nombre de trois :

1° Le poids P du prisme *aec;*

2° La cohésion T′ dirigée suivant *ac;*

3° La réaction N′ dont la direction fait avec celle de la droite *ac* un angle égal à $\frac{\pi}{2} + \varphi$.

Considérons le système de ces trois forces et faisons-le tourner de manière à donner à la force P la direction *eb*. Cette rotation étant effectuée, si nous représentons par *cd* la réaction T′ et par *dn* la direction de la réaction N′, il est visible que la longueur *nc* représente le poids P′, pour lequel il y a précisément équilibre entre l'action de ce poids et les réactions développées suivant la section de rupture *ac*. Cela posé, *pour qu'il y ait équilibre, il faut que le poids* P *qui agit en réalité soit inférieur ou tout au plus égal à* P′.

Le poids P est proportionnel à la base *ec* du triangle *eac*.

Supposons qu'on ait pris cette base pour le représenter et qu'on ait déterminé en conséquence la longueur *cd*. Le principe énoncé tout à l'heure implique la déduction suivante :

La plus grande longueur que l'on puisse donner au talus ea, *sans qu'il y ait disjonction, correspond à la position du point* a *pour laquelle le point* n *tombe en* e, *pour une direction particulière de la droite* ac, *et reste à gauche du point* e, *pour toute autre direction.*

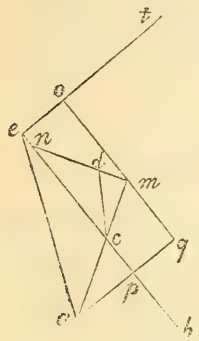
Observons ici que, *pour une direction quelconque déterminée de la droite* ac, la direction de chacune des forces P, T′, N′ demeure invariable, *indépendamment de toute inclinaison de la ligne* eb. Il s'ensuit que pour un même angle quelconque *eac*, le triangle *cdn* reste semblable à lui-même, et qu'un rapport constant s'établit entre les côtés *cd*, *cn*. Mais, d'un autre côté, si l'inclinaison de la droite *eb* varie seule, le poids P et la réaction T′, tous deux proportionnels à la longueur *ac*, changent dans un même rapport. Il suit de là que, pour un même angle quelconque *eac*, le rapport des longueurs *cn*, *ce* demeure invariable pour toutes les inclinaisons possibles de la droite *eb*.

Concluons que *La direction* eb *peut être choisie arbitrairement. Quelle que soit cette direction, elle n'admet jamais qu'une seule et même détermination pour la longueur* maximum *du talus* ea.

Ce résultat curieux n'était pas connu, croyons-nous. Il offre un moyen très-simple de résoudre la question proposée (*).

(*) Le procédé général, suivi dans ce travail, ne cesse pas d'être applicable ici comme ailleurs. L'artifice auquel on a recours a uniquement pour objet une simplification.

X. Par le point e menons deux droites, l'une et dirigée suivant le talus naturel, c'est-à-dire faisant un angle φ avec l'horizontale, l'autre eb perpendiculaire à la première et, par conséquent, faisant avec la verticale un angle égal à φ.



(*Fig.* 8.)

Si nous prenons la droite eb pour limite supérieure du profil et que nous reproduisions (*fig.* 8) la construction indiquée (*fig.* 7), il est aisé de voir qu'en prolongeant la droite nd jusqu'à sa rencontre en m avec la droite ac, on forme un triangle dmc rectangle en m et dont l'angle dcm est égal à φ.

On a par construction,

$$\frac{cd}{ce} = \frac{T'}{P} = \frac{\gamma . ac}{\Pi \frac{h}{2} . ce},$$

h étant la perpendiculaire ap abaissée du point a sur la droite eb.

De là résulte

$$(1) \ldots\ldots \quad cd = \frac{2\gamma}{\Pi} \cdot \frac{ac}{h}.$$

Par le point m menons une parallèle à eb et désignons par o et q les points où cette parallèle rencontre les droites et, ap on a

$$(2) \ldots\ldots \quad \frac{cm}{ac} = \frac{pq}{ap} = \frac{eo}{h},$$

le triangle cdm donne d'ailleurs

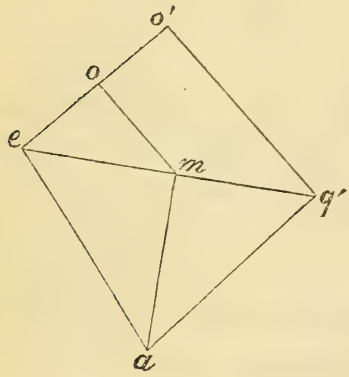
$$(3) \ldots\ldots \quad cm = cd \cos \varphi.$$

La combinaison des égalités (1), (2), (3) fournit immédiatement l'équation finale

$$(4) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad eo = \frac{2\gamma}{\Pi} \cos \varphi.$$

L'équation (4) montre que le point *m* est assujetti à rester sur la droite fixe *omq*, et que la question proposée se résout par application du théorème fondamental exposé au n° II.

Voici d'ailleurs la solution :



(*Fig.* 9.)

Prendre sur la droite et, *parallèle au talus naturel, la longueur* eo *égale à* $\frac{2\gamma}{\Pi} \cos \varphi$;

Par le point o *élever sur* et *la perpendiculaire* om;

Mener par le point e *la droite* emq' *dirigée suivant la bissectrice de l'angle* oea;

Par le point m, *où les droites* emq' *et* om *se coupent, élever sur* emq' *la perpendiculaire* ma;

Le point a *situé à la rencontre des droites* ma, ea *est le point cherché :*

am *est la ligne de rupture,* ae *la plus grande longueur que comporte le talus latéral, pour toute direction de la surface supérieure du massif.*

On vérifie cette solution en observant que l'angle *ema* est droit et que les angles *ome*, *eam* sont égaux comme complément d'un même angle *oem* = *mea*.

Par le point *a* tirons la droite *aq'* parallèle à *eo*. L'an-

gle $eq'a$, égal par construction à l'angle oem, est égal à l'angle mea. Il s'ensuit que le triangle $eq'a$ est isocèle et qu'on a généralement

$$(5) \ldots\ldots\ldots \quad ea = aq'.$$

Par le point q' menons la droite $o'q'$ parallèle à om et, par conséquent, perpendiculaire à eo.

Le point m étant le milieu de la base eq' du triangle isocèle eaq', on a $oo' = eo$ et, par suite,

$$eo' = \frac{4\gamma}{\Pi} \cos \varphi.$$

Il suit de là que la droite $o'q'$ est fixe. Concluons, en vertu de l'égalité (5), que *le lieu des points* a, *correspondant aux diverses directions que peut prendre le talus latéral* ea, *est une parabole ayant son foyer en* e, *son sommet en* o, *la droite* eo' *pour axe principal et la droite* o'q' *pour directrice.*

Concluons, en outre, que la *ligne de rupture* am *est la droite qui touche cette même parabole au point* a.

Déjà, depuis plusieurs années, nous étions parvenu à ce résultat curieux. Le calcul qui nous y avait conduit était moins simple et moins satisfaisant que la solution précédente. Il avait dissimulé à nos yeux la généralité de cette solution qui paraissait restreinte au cas d'une surface supérieure horizontale. Il n'avait pas non plus mis en évidence la direction remarquable affectée par la ligne de plus facile rupture.

On observera qu'en pratique, on doit exclure des directions assignables à la droite eb, qui limite supérieurement le profil aeb, celles de ces directions qui feraient avec l'horizontale, et au-dessus, un angle supérieur à φ.

On observera également que la solution précédente cesse d'être applicable, lorsque la ligne *am* est inclinée sur la gauche de la verticale élevée par le point *a*.

N. B. Il est aisé de voir comment la solution qui précède s'étend d'elle-même au cas d'une charge uniformément répartie à la surface supérieure du massif considéré. En désignant par p la charge répartie sur l'unité de surface, il suffit, pour en tenir compte, de remplacer π par $\Pi + \frac{2p}{h}$, h étant la perpendiculaire abaissée du point a sur la base du prisme qui tend à se détacher.

Un nouveau genre de Crustacé lernéen; par M. P.-J. Van Beneden, membre de l'Académie.

Déjà à diverses reprises, nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie de quelques nouveaux genres de crustacés de la grande famille des lernéens, qui hantent nos parages et prennent des poissons marins ou fluviatiles pour habitacles, sinon pour victimes.

La classe des crustacés est, sous ce rapport, une classe bien remarquable : quelques décapodes brachyures demandent l'hospitalité à des moules, des huîtres ou des jambonneaux, et, sous le nom de *Pinnothères,* vivent en bonne intelligence sous un toit commun, en prêtant à ces mollusques aveugles, disaient les anciens, le bénéfice de leurs yeux nombreux et pédiculés.

D'autres décapodes, les *Pagures* ou *Bernard-l'Hermite,* sans demander l'hospitalité à un vivant, s'établissent dans la coquille abandonnée d'un *Buccin* ou d'un *Turbo* mort,

et s'installent dans cette demeure d'emprunt comme le vrai et légitime propriétaire.

Plusieurs isopodes, dédaignant la vie monotone d'un crustacé se traînant avec peine sur ses sept paires de pattes, choisissent un poisson bon nageur, se cramponnent solidement à sa peau, et, sans lui demander autre chose qu'un simple gîte, traversent d'un trait, grâce à leur véhicule vivant, l'Atlantique ou la mer du Nord, et voyagent avec toute célérité et sans fatigue du pôle à l'équateur.

Les cirrhipèdes, qui sont bien de véritables crustacés, surtout les balanes, s'établissent indifféremment sur des pierres, des pieux, des moules ou des crabes, tandis que les anatifs en général s'établissent plutôt sur la quille des navires, et recouvrent, d'une vaste forêt de corps pédiculés, toute la partie submergée de la carcasse : nous en avons vu de quatre à cinq pieds de longueur. On trouve aussi des cirrhipèdes sur des squales, des dauphins, des baleines, ainsi que sur la carapace des chélonées, et le plus souvent ces singuliers voyageurs servent de pavillon au navire vivant qui les a transportés.

Enfin, les crustacés siphonostomes ne demandent pas seulement le passage à leur hôte débonnaire; ils en font une victime qu'ils assassineront au besoin pour s'abreuver de son sang, mais que, par une cruauté raffinée, ils laisseront vivre dans leur propre intérêt. Ces derniers crustacés sont communément désignés sous le nom de *lernéens*, et hantent surtout la cavité branchiale des poissons.

C'est d'un nouveau genre de ce groupe que j'ai l'honneur d'entretenir aujourd'hui la classe; mais, au lieu de vivre sur un poisson et de se colloquer à l'aide de fortes pinces et crochets, il se blottit dans le premier comparti-

ment d'un *tunicier composé*, le remplit à lui seul, guette au passage ce qui lui convient, et passe sa vie à prendre sa nourriture solide et gazeuse avant de se transformer en étui sexuel.

Si ce lernéen n'a plus besoin de ses organes pour amarrer le corps, s'il vit dans un obscur compartiment où nulle agression ne peut l'atteindre, si son rôle ne consiste plus qu'à pondre sans danger les œufs qui doivent perpétuer l'espèce, on ne sera pas surpris que ce nouvel animal s'éloigne si notablement de ses congénères, qu'on n'est pas sans quelque embarras pour découvrir ses véritables affinités.

Ces lignes étaient écrites lorsque nous avons reçu le numéro des Archives de Troschel, contenant l'intéressant travail de M. R. Leuckart, ayant pour titre *Carcinologisches* (1). Nous y lisons que notre savant ami a trouvé, en 1855, à Nice, dans la cavité branchiale et le cloaque des *Phallusia mamillaris*, entre autres parasites, un lernéen extrêmement curieux, connu déjà de Costa, au moins le genre, et que M. Leuckart désigne sous le nom de *Notopterophorus Veranyi*. Krohn avait observé le même lernéen à Naples, dans différentes espèces de *Phallusia*, mais sans en avoir parlé dans ses écrits. Ce *Notopterophorus* est voisin de celui que nous avons trouvé dans l'*Aplidium* ; mais il se fait particulièrement remarquer par les prolongements des ailes qu'il porte sur chaque anneau thoracique, et qui lui ont valu son nom de *Notopterophore*.

Quand la drague des pêcheurs racle, à quelque dis-

---

(1) 1859, p. 252.

tance de nos côtes, le fond rocailleux de la mer, le filet se remplit généralement de grandes huîtres, de spatangues pourpres et d'énormes alcyons, au milieu desquels on trouve des corps arrondis d'un jaune verdâtre, ridés à la surface, de la grosseur d'une pomme de reinette, et dont la ressemblance avec des figues desséchées est assez frappante : ce sont des tuniciers composés que les naturalistes désignent sous le nom générique d'*Aplidium,* et dont il existe deux espèces non loin de nos côtes, l'*Aplidium ficus* et l'*Aplidium ficoïdes* Van Ben.

C'est souvent une tige de tubulaire qui sert de siége aux fondateurs de la colonie, et c'est autour d'elle que se développent successivement les diverses générations qui constituent le mollusque composé.

Depuis longtemps nous connaissions ce fruit de mer; mais ce n'est que depuis quelques mois que nous avons appris à connaître l'hôte qu'il héberge, et dont les caractères méritent une attention particulière.

C'est une circonstance toute fortuite qui nous l'a fait découvrir.

En faisant dernièrement, avec un scalpel très-tranchant, une coupe mince et transparente du fruit, c'est-à-dire de la colonie, et en portant cette lame mince sur le porte-objet du microscope, il nous tomba sous les yeux un petit sac rempli d'œufs d'un beau rouge amarante que nous supposions provenir de l'*Aplidium* lui-même. Nous mîmes ces œufs à nu à l'aide d'une aiguille, et, comptant trouver un têtard de tunicier, quelle ne fût pas notre surprise de trouver une larve de crustacé au lieu d'un jeune mollusque.

Comme on le pense bien, des suppositions de tout genre se croisèrent dans notre esprit. Était-ce un exemple

de transition véritable d'une classe à une autre classe? était-ce un mollusque affectant d'abord les allures d'un crustacé? Nous fîmes bientôt une seconde coupe, puis une troisième et une quatrième, et tout s'expliqua. Ce n'était point du merveilleux qui se déroula, mais du nouveau : aux sacs à œufs amarantes, nous voyons appendu un corps allongé que nous retirons tout entier de la loge qui le renferme, et en l'isolant, la nature lernéenne saute aux yeux. Nous avions donc affaire à un crustacé parasite logé dans la cavité respiratoire de l'*Aplidium*, et dont nous trouvions au moins une vingtaine de femelles dans une seule colonie.

Depuis plus de vingt ans, nous possédions un dessin de ce crustacé en portefeuille; il était marqué : *Trouvé sur un Aplidium;* mais comme les tubes ovifères manquaient, sa nature véritable, crustacé ou acaride, nous était restée inconnue. Ce problème est résolu aujourd'hui.

Ce lernéen est nouveau pour la science; à cause de la cavité qu'il habite et de la couleur de ses œufs, nous le désignons sous le nom de :

Enterocola fulgens, Van Ben.

La femelle a le corps un peu allongé, comme certains acarides, très-régulier et à peu près du même diamètre dans toute sa longueur; la tête est distincte et porte une tâche de pigment rouge au milieu du front; les appendices de la bouche sont couchés pendant le repos, de manière qu'on n'en voit aucune trace, à moins de placer l'animal sur le dos; le thorax compte quatre segments semblables, tous les quatre portant une paire d'appendices bifurqués très-courts; l'abdomen est peu développé sans segments et

se termine postérieurement par deux lobules fort courts sans dents ni soies; les tubes ovifères ont la largeur du corps et sont couverts à leur base d'un appendice protecteur.

Le mâle nous est inconnu.

Il habite la cavité branchiale des *Aplidium*.

La tête est parfaitement distincte du thorax; sa forme est triangulaire et légèrement bombée en dessus; vers le bord antérieur, sur la ligne médiane, on voit un reste de pigment oculaire rouge, mais ni sur le côté, ni en avant, on n'aperçoit aucun organe particulier, soit pour amarrer le parasite, soit pour donner l'éveil en cas de danger. On dirait qu'il ne lui reste plus aucun rapport avec le monde extérieur, qu'il est condamné pour toujours à l'immobilité du patron qu'il habite, enfin qu'il n'a plus d'autre rôle à jouer dans l'économie de la nature, que de veiller à la propagation de l'espèce.

La tête porte cependant quelques appendices, mais ils sont réduits à un tel degré de simplicité, ils sont si primitifs dans leur composition, que, pour les reconnaître, il est indispensable d'en avoir fait une étude ailleurs.

Sur le côté du segment frontal, on voit, en ayant soin de redresser les pièces qui sont couchées les unes sur les autres, s'élever un appendice foliacé, large à la base, pointu au sommet, mince et souple comme une membrane, composé de deux articles à peine distincts, et n'ayant à sa surface ni filaments, ni soies, ni épines : ce sont les antennes. Elles semblent pouvoir se loger dans une excavation latérale du segment frontal.

La seconde paire d'appendices est insérée à la base des antennes et ne semble former avec elles qu'un seul et

même organe. Nous trouvons en effet la plus complète ressemblance entre ces appendices réunis et les quatre pattes thoraciques. Cette seconde paire n'est formée que d'un seul article assez volumineux et qui porte à son extrémité libre deux ou trois courts feuillets membraneux : c'est la première paire de pieds-mâchoires, si nous ne nous trompons.

Il existe une seconde paire de pieds-mâchoires, situés un peu au-dessous et en dedans des précédents, mais que leur état rudimentaire permet à peine de distinguer.

Il n'est pas facile de bien connaître ces pièces qui entourent la bouche, à cause de la petitesse de ces crustacés et plus encore du peu de transparence de la carapace.

La troisième paire de pièces, qui correspond évidemment à celle que nous avons décrite ailleurs comme la troisième paire de pieds-mâchoires, est la plus forte de toutes, et les deux appendices, en se rapprochant, peuvent faire la pince : ils sont formés de deux articles dont le basilaire est fortement gonflé, pendant que l'article terminal est bidenté au bout. Ces pieds-mâchoires portent en avant un palpe rudimentaire.

Nous ne voyons nulle part des organes d'adhésion aussi peu faits pour amarrer le parasite, et c'est tout au plus si, au besoin, la dernière paire, généralement si bien conditionnée dans les lernéens, pourrait rendre quelque service à l'Entérocole.

La région du corps qui porte les organes appendiculaires et que l'on désigne avec raison sous le nom de *thorax*, forme presque tout le corps du parasite. Quatre segments parfaitement semblables constituent cette région, et, sur le côté de chacun d'eux, on voit une paire de pattes d'une conformation plus simple encore que les

appendices de la tête. Par le thorax et le peu de développement de leurs dépendances, les Entérocoles, sans les tubes ovifères toutefois, ne sont pas sans ressemblance avec les tardigrades.

Les quatre paires de pattes sont exactement semblables et par le nombre d'articles et par leur volume; elles sont courtes, formées de deux pièces, comme les nageoires biramées, une pièce extérieure terminée par un onglet, semblable aux antennes, et une autre pièce interne arrondie, un peu allongée et terminée par deux onglets membraneux. Chaque paire d'appendices thoraciques est exactement conforme aux deux premiers appendices céphaliques, et les antennes interprétées de cette manière, ne seraient que la dépendance de la première paire de pieds-mâchoires.

Outre les appendices du thorax, on voit, à la hauteur de la base de l'abdomen, de chaque côté, un feuillet membraneux recouvrir la base des tubes ovifères et protéger les œufs au moment de leur entrée dans le sac. Cet appendice se retrouve dans plusieurs lernéens, mais c'est le seul genre dans lequel nous le voyons jouer aussi évidemment son rôle d'organe protecteur.

Chaque tube ovifère est presque aussi gros que le corps de l'animal et porte trois ou quatre œufs dans la largeur et une dizaine dans la longueur.

Les œufs sont irrégulièrement entassés et sont remarquables moins par leur volume que par leur belle couleur amarante. Cette couleur, comme on le pense bien, est celle du vitellus; aussi la voit-on dans tout l'intérieur des ovaires qui ont envahi la cavité thoracique. Sans les œufs extérieurs, on pourrait croire que la femelle est un jeune animal qui n'a pas encore digéré sa masse vitelline. C'est un des motifs pour lesquels nous avions eu toujours

du doute sur la nature de l'animal dont nous conservions depuis si longtemps un dessin colorié.

Affinités. — La diversité de formes est souvent si grande dans ces crustacés lernéens, leur physionomie est parfois si singulièrement grotesque, qu'il n'est pas rare de voir les affinités naturelles des genres se dérober au coup d'œil le plus sagace et le mieux exercé. Le genre dont nous cherchons ici à connaître le rang est du nombre de ceux qui nous ont offert le plus de difficulté. C'est une forme, en apparence, frappée dans le cours de son évolution, et cependant les œufs dont la femelle charge son robuste abdomen démontrent que cela n'est pas. Aussi dans le tableau général des lernéens, où il faudra tout classer d'après les termes plus ou moins éloignés de la larve et de l'embryon, les *Entérocoles* ne peuvent-ils s'éloigner beaucoup des genres qui doivent correspondre aux premiers âges embryonnaires.

Si nous considérons, d'après ce que nous avons appris à connaître des lernéens de nos côtes, ce qui reste encore à découvrir, nous ne nous sentons pas le courage de former un cadre général, et nous nous bornerons à signaler les fortes affinités que présente ce nouveau genre avec les *Eudactylina* des branchies des *Squatine ange* et des *Spinax acanthias*.

Ces genres ont tous les deux le corps d'une forme très-régulière, assez semblable à un isopode ou même à un acaride, montrant un segment céphalique de forme triangulaire, armé en avant d'une paire d'antennes et de trois paires de pieds-mâchaires autour de la bouche; tous les deux ont un thorax composé de quatre segments semblables, portant des appendices assez mous, à peine articulés, bifides et diversement terminés au bout; un abdomen

court, ayant sur le côté de courts tubes ovifères, et le segment caudal terminé par un double appendice uniarticulé, non sétifère.

Comme nous avons cru devoir placer les *Eudactilina* dans la tribu des dichélestions, qui ont pour type l'espèce de l'esturgeon, nous y mettrons également les Entérocoles, en attendant que l'ensemble des affinités puisse être mieux apprécié.

EXPLICATION DES FIGURES.

ENTEROCOLA FULGENS.

Fig. 1. L'animal complet, grossi une dizaine de fois, vu du côté du dos, tel qu'il sort de la cavité branchiale de l'*Aplidium*. Les deux sacs à œufs ont pris un pli d'après la cavité dans laquelle ils sont logés. On voit encore un œil rudimentaire sur le front; mais, en général, les appendices, sauf ceux qui recouvrent les sacs à œufs, ne sont guère visibles de ce côté du corps.

— 2. Un animal complet, vu de profil au même grossissement, montrant les quatres paires de pattes. Les sacs à œufs manquent.

— 3. La partie antérieure de la tête et le premier segment thoracique plus fortement grossis, vus en dessous, montrant les différents appendices qui entourent la bouche et la première paire de pattes thoraciques.

— 4. La partie postérieure du corps, vue du même côté et au même grossissement, montrant les deux derniers segments thoraciques avec leurs appendices, la portion abdominale, le sac à œufs d'un côté, et les corps protecteurs des sacs des deux côtés.

— 5. La moitié d'un individu, vu du côté du dos, comprimé entre deux lames de verre et montrant surtout les quatres paires de pattes au complet.

— 6. Un embryon contenu encore dans l'œuf.

— 7. Un embryon isolé, mais dont l'éclosion est provoquée par la compression.

2.
7.
5.
3.

Recherches sur le groupe urique; par MM. A. Schlieper et A. Baeyer.

I.

ACIDE PSEUDURIQUE.

Malgré le grand nombre de dérivés connus de l'acide urique, nous ne sommes pas encore suffisamment éclairés sur sa nature, et tous les efforts pour sa production artificielle ont échoué jusqu'à présent. Déjà Liebig et Woehler (1), dans leur travail classique sur le groupe urique, ont communiqué les tentatives faites par eux pour résoudre ce problème. Ils traitaient l'uramile par les vapeurs de l'acide cyanique sans obtenir un résultat. L'uramile (l'amide de l'acide dialurique), en se combinant avec l'acide cyanique, doit donner un corps qui présente la même proportion des éléments que l'acide urique, plus deux équivalents d'eau :

$$\underset{\text{Uramile.}}{C_8H_5Az_3O_6} + C_2AzHO_2 = C_{10}H_6Az_4O_8 = \underset{\text{Acide urique.}}{C_{10}H_4Az_4O_6} + H_2O_2.$$

Nous avons réussi à effectuer cette réaction en traitant l'uramile par le cyanate de potasse; mais le corps obtenu n'est pas l'acide urique : c'est un acide nouveau que nous appellerons *acide pseudurique :*

$$C_8H_5Az_3O_6 + C_2AzKO_2 = \underset{\text{Pseudurate de potasse.}}{C_{10}H_5KAz_4O_8}.$$

En chauffant l'uramile avec une solution concentrée de cyanate de potasse jusqu'à l'ébullition, on le transforme

(1) *Annalen der Pharmacie,* etc., de Liebig et Woehler, t. XXIV, p. 284.

en pseudurate de potasse, qui forme un dépôt cristallin. On reconnaît la fin de l'opération à ce que le liquide ne rougit plus à l'air. Si cela a lieu, il faut ajouter encore du cyanate. Au lieu de l'uramile, on peut se servir aussi de la murexide. Ce corps chauffé avec le cyanate de potasse perd peu à peu sa couleur et donne des paillettes brillantes, qui ne sont que le pseudurate de potasse. Cette réaction n'est pas surprenante, puisque les alcalis convertissent la murexide en uramile.

Acide pseudurique. . . . . $C_{10}H_6Az_4O_8$.

Pour obtenir l'acide pseudurique, on dissout dans l'eau bouillante le pseudurate de potasse brut lavé, et on fait cristalliser; le produit séparé est dissout ensuite dans une lessive de potasse caustique et l'acide est précipité par l'acide chlorhydrique. Préparé de cette manière, l'acide pseudurique se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline, composée de petits prismes. Les cristaux sont plus grands précipités à chaud qu'à froid. L'acide pseudurique chauffé à 160° ne perd pas de son poids : il ne contient pas d'eau de cristallisation. A l'analyse, il a donné les nombres suivants :

I. 0,3041 gr. ont donné par la combustion 0,3596 CO_2 et 0,0987 HO.
II. 0,5555 gr. ont donné 0,6510 CO_2 et 0,1798 HO.
III. 0,1964 gr. ont fourni 0,4085 gr. de platine.
IV. 0,3235 gr. ont donné par titration 0,0974 Az.

		CALCUL.	I	II.	III.	IV.
C_{10}	=	32,2	32,2	32,0	—	—
H_6	=	3,2	3,6	3,6	—	—
Az_4	=	30,0	—	—	29,5	30,1
O_8	=	—	—	—	—	—

L'acide pseudurique est sans saveur et sans odeur, fort peu soluble dans l'eau froide ou chaude. Il se dissout facile-

ment sans décomposition dans les alcalis caustiques, et chasse les acides carbonique et acétique de leurs sels. L'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux ne l'altèrent pas; l'acide nitrique le convertit facilement en alloxane. En suspension dans l'eau chaude, le peroxyde de plomb le décompose avec énergie, en dégageant de l'acide carbonique et en se transformant en oxalate et en pseudurate de plomb, mais il ne se forme pas de l'allantoïne; à la fin de la réaction, les eaux mères ne renferment que de l'urée et une combinaison plombique, qui paraît être l'oxalurate. Le permanganate de potasse le décompose aisément à froid.

Les pseudurates s'obtiennent facilement en traitant les hydrates, les carbonates ou les acétates par l'acide, ou par double décomposition. Ils se forment aussi directement par le traitement de l'uramile avec les cyanates correspondants. Le pseudurate d'ammoniaque se prépare, par exemple, très-bien en chauffant l'uramile avec une solution de sulfate d'ammoniaque et de cyanate de potasse. Les pseudurates sont tous solubles dans l'eau, mais pas en grande quantité : le sel de soude est le plus soluble. D'une solution saturée à chaud, ils se déposent en cristaux par le refroidissement; calcinés ils fondent en formant des cyanures.

Pseudurate d'ammoniaque. . . . $C_{10}H_5(AzH_4]A_4O_8 + 2$ aq.

Lorsqu'on sature par l'acide une solution d'ammoniaque étendue et portée à l'ébullition, on obtient, par le refroidissement le pseudurate d'ammoniaque, sous la forme de petites paillettes ou aiguilles très-volumineuses. Il n'est pas plus soluble dans l'ammoniaque concentrée qu'étendue, et ne se combine pas avec une plus grande quantité d'ammoniaque. Ce sel contient deux équivalents d'eau de cristallisation, qu'il perd au-dessus de 100°; chauffé au-

dessus de 130°, il se colore en rouge en dégageant de l'ammoniaque. Il est préférable de le préparer à l'aide de l'ammoniaque caustique que par l'acétate d'ammoniaque, parce qu'on l'obtient plus blanc par le premier procédé. A l'analyse, ce composé a fourni les nombres suivants :

I. 2,5380 gr. desséchés dans le vide ont perdu à 130° 0,2106 HO.
II. 0.9717 gr. ont perdu à 130° 0,0782 O.
III. 0,9236 gr. ont perdu à la même température 0,0766 HO.

Calcul pour 2 éq. HO.	I.	II.	III.
8,3	8,3	8,1	8,3

IV. 0,2592 gr. séchés dans le vide ont donné 1,2988 gr. de chloroplatinate d'ammoniaque.
V. 0,4377 gr. séchés à 130° ont fourni 0,4752 CO_2 et 0,1926 HO.
VI. 0,1322 gr. desséchés ont donné par titration 0,0459 Az.
VII. 0,2578 gr. desséchés ont donné 0,0901 Az.

	CALCUL.	IV.		CALCUL.	V.	VI.	VII.
C_{10}	—	—	C_{10}	29,6	29,6	—	—
H_{11}	—	—	H_9	4.5	4,9	—	—
Az_5	31,6	31,4	Az_5	34,5	—	34,6	34,9
O_{10}	—	—	O_8	—	—	—	—

Les sels d'éthylamine et d'aniline ressemblent au sel d'ammoniaque.

Pseudurate de soude. . . . . . $C_{10}H_5NaAz_4O_8 + 4$ aq.

En saturant une solution bouillante d'acétate de soude avec l'acide pseudurique, on obtient le sel de soude par le refroidissement sous la forme de choux-fleurs composés de petits prismes. Ce sel est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud, et cristallise avec quatre équivalents d'eau de cristallisation, qu'il perd à 140°. Comme ce pseudurate est très-soluble dans une lessive de soude caustique, on pouvait supposer qu'il se formait un sel avec la double quantité de sodium. L'alcool sépare de cette solution une couche huileuse qui se prend bientôt en une

masse blanche et amorphe; mais ce sel possède la même composition et renferme la même quantité d'eau que le sel cristallisé. En effet si on dissout la masse blanche dans l'eau chaude, on obtient le même corps que celui qui se prépare avec l'acétate de soude. On peut profiter de cette préparation pour purifier un produit impur. Il suffit de précipiter un sel brun une ou deux fois par de l'alcool et de le faire cristalliser pour le rendre parfaitement blanc. Voici les résultats de l'analyse :

I. 0,9411 gr. du sel précipité par l'alcool ont perdu à 140° 0,2950 HO.
II. 0,2132 gr. du même corps, séchés dans le vide ont fourni 0,0630 gr. de sulfate de soude.
III. 0,2196 gr. du même sel ont donné 0,0653 gr. de sulfate de soude.
IV. 0,3038 gr. ont donné 1,0901 gr. de chloroplatinate d'ammoniaque.
V. 2,0376 gr. du sel précipité cristallisé de l'eau ont perdu 0,3021 gr. HO.
VI. 0,2564 gr. du même sel, séché à 140°, ont donné par la titration 0,0700 gr. Az.
VII. 0,2501 gr. du même sel ont donné 0,0849 gr. de sulfate de soude.

Le pseudurate de soude + 4 éq. d'eau de cristallisation renferme 15,0 p. c. d'eau.

CALCUL.	I.	V.
15,0	15,1	14,5

	CALCUL.	II.	III.	IV.		CALCUL.	VI.	VII.
C_{10}	—	—	—	—	C_{10}	—	—	—
H_9	—	—	—	—	H_5	—	—	—
Na	9,4	9,6	9,6	—	Na	11,3	—	11,0
Az_4	23,0	—	—	22,5	Az_4	27,0	27,3	—
O_{12}	—	—	—	—	O_8	—	—	—

Pseudurate de potasse . . . . $C_{10}H_5KAz_4O_8 + 2$ aq.

Le sel de potasse se dépose d'une solution bouillante de l'acide dans l'acétate de potasse sous la forme de petites paillettes brillantes très-volumineuses. C'est le même corps que l'on obtient directement par une cristallisation

du produit de l'action du cyanate de potasse sur l'uramile. Il est moins soluble dans l'eau que le sel de soude, et renferme deux équivalents d'eau de cristallisation, qu'il ne perd qu'au-dessus de 140°. Chauffé au-dessus de 180°, il rougit fortement et se décompose. Dans une lessive de potasse caustique, il se dissout en grande quantité; l'acide acétique ou carbonique l'en précipitent. Mais il se dépose même d'une solution fortement alcaline, et ne paraît non plus pouvoir fournir un sel avec deux équivalents de potasse. Le pseudurate de potasse a donné à l'analyse les résultats suivants :

I. 2,0850 gr. ont perdu à 170° 0,1602 gr. HO.
II. 0,8026 gr. ont perdu à 170° 0,0617 gr. HO.
III. 0,2219 gr. du produit brut une fois cristallisé ont donné 0.0770 gr. sulfate de potasse.
IV. 0,2636 gr. du sel déposé d'une solution dans la potasse caustique ont fourni 0,0926 gr. sulfate de potasse.

Le pseudurate de potasse à deux équivalents d'eau doit renfermer 7,4 p. c. d'eau.

	CALCUL.	I.	II.
	7,4	7,7	7,5
		III.	IV.
C_{10}	—	—	—
H_7	—	—	—
Az_4	—	—	—
K	15,0	15,5	15,0
O_{10}	—	—	—

Pseudurate de chaux.

Le sel de *chaux* s'obtient en beaux prismes, lorsqu'on ajoute du chlorure de calcium à une solution bouillante d'un des sels précédents.

Pseudurate de baryte. . . . . . $C_{10}H_5BaAz_4O_8 + 5aq$.

Le pseudurate de baryte s'obtient, par le refroidissement d'une solution d'acétate de baryte saturée à chaud avec l'acide, sous la forme d'aiguilles très-fines et longues, réunies en sphères comme la bile cristallisée. Il renferme cinq équivalents d'eau de cristallisation. S'il se dépose très-lentement, les aiguilles sont moins délicates. Le même sel s'obtient par double décomposition sous la forme d'un précipité cristallin, composé de petits prismes. Il n'existe pas un sel renfermant plus de baryte; en effet on obtient le même composé en ajoutant une solution ammoniacale de chlorure de barium à un pseudurate. Le sel de baryte est moins soluble que les sels des alcalis. A l'analyse, il a donné les nombres suivants :

I. 4,2558 gr. du sel préparé à l'aide de l'acétate de baryte, ont perdu à 160° 0,6349 HO.

II. 0,5830 gr. du sel desséché ont donné 0,5061, CO_2 et 0,1240 HO.

III. 0,2672 gr. du même sel ont donné 0,1022 carbonate de baryte.

IV. 0,2934 gr. du même sel ont donné 1,0070 de chloroplatinate d'ammoniaque.

V. 0,4521 gr. desséchés dans le vide ont donné 0,1774 sulfate de baryte.

VI. 0,2263 gr. préparés par une solution ammonicale de chlorure de barium et desséchés dans le vide, ont donné 0,0884 gr. de baryte.

VII. 0,8149 gr. de ce sel ont perdu 0,2724 gr. HO.

VIII. 0,2652 gr. du même sel, desséchés à 150°, ont donné 0,1218 gr. de sulfate de baryte.

Cinq équivalents d'eau de cristallisation représentent une perte de 15,0 p. c.

	CALCUL.	I.	VII.
	15,0	14,9	15,0

	CALCUL.	V.	VI.
C_{10}	—	—	—
H_{10}	—	—	—
Ba	23,0	22,1	23,0
Az_4	—	—	—
O_{13}	—	—	—

	CALCUL.	II.	III.	IV.	VIII.
C_{10}	23,7	23,7	—	—	—
H_5	2,0	2,3	—	—	—
Ba	27,0	—	26,6	—	—
Az_4	22,0	—	—	21,5	—
O_8	—	—	—	—	—

Le pseudurate de *cuivre* s'obtient en aiguilles très-petites d'une couleur verdâtre, lorsqu'on mélange une solution saturée à chaud d'un pseudurate alcalin avec du sulfate de cuivre. Les sels *mercureux* et *mercuriques*, obtenus par double décomposition, forment des aiguilles ou paillettes brillantes.

Le pseudurate de *plomb* se prépare en saturant une solution bouillante d'acétate de plomb avec l'acide pseudurique. Par le refroidissement, ce sel se sépare en petits cristaux, formant des croûtes fortement attachées au verre. Il renferme deux équivalents d'eau de cristallisation. Lorsqu'on ajoute une solution d'un pseudurate à l'acétate de plomb basique restant en excès, le précipité formé au premier moment se dissout de nouveau dans ce réactif. L'ammoniaque en précipite une poudre blanche et amorphe, qui est composée en grande partie d'hydrate de plomb. Le nitrate d'*argent* donne, avec les pseudurates, au premier moment, un précipité blanc qui brunit bientôt, de sorte qu'il était impossible d'examiner le sel argentique.

En résumant les faits exposés ci-dessus, on voit que l'acide pseudurique ne forme qu'une espèce de sel, et qu'il est, dans ce sens, monobasique. Il n'offre pas de ressemblance avec l'acide urique; en effet il ne fournit pas de l'allantoïne lorsque, suspendu dans l'eau, on le traite par le peroxyde de plomb.

Comme nous ne connaissons pas encore suffisamment la nature de l'acide dialurique, il est impossible de donner une formule rationnelle de l'acide pseudurique qui dérive de l'amide de l'acide dialurique.

Séance du 3 mars 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius, Sauveur, Timmermans, Wesmael, Martens, Cantraine, Kickx, Stas, De Koninck, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, d'Udekem, Dewalque, *membres;* Schwann, Lamarle, *associés;* Ernest Quetelet, Montigny, *correspondants.*

M. Éd. Fétis, *membre de la classe des beaux-arts,* assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'intérieur répond à la demande qui lui a été faite, que les académiciens ne sont point exclus des concours extraordinaires qui seront ouverts par le Gouvernement, en conformité de l'arrêté royal du 10 décembre dernier, relatif à l'emploi des 5,000 francs non décernés par le jury du prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques.

— La Société linnéenne de Londres remercie pour le dernier envoi des publications de la compagnie.

— M. Ch. Willich écrit à l'Académie en lui faisant hommage de ses tables populaires sur différents sujets scientifiques. — Remercîments.

RAPPORTS.

M. Kickx fait connaître que la commission pour la *Biographie nationale* s'est réunie avant la séance; que les membres se sont mis d'accord sur la forme qu'il convient de donner à la publication projetée; et que le plan, provisoirement adopté, sera soumis au jugement de l'Académie entière, dans sa prochaine séance générale du mois de mai, avant de le soumettre au Gouvernement.

La réunion se composait des représentants des trois

classes, MM. Gachard, président de l'Académie, Kickx, Wesmael, Van Hasselt, Ad. Quetelet et le baron Jules de Saint-Genois, qui avait bien voulu se charger de la rédaction du projet et du règlement des travaux.

— La commission académique, composée de MM. Nerenburger, Martens, Stas, Liagre et De Koninck, propose deux questions pour les concours extraordinaires à ouvrir par le Gouvernement dans le domaine des sciences physiques et mathématiques. Quelques membres font remarquer que les deux questions appartiennent aux sciences physiques et que les mathématiques ne figurent pas au programme. Il est répondu que le programme n'est pas définitif et que la classe peut le modifier. Différentes questions nouvelles sont proposées; le secrétaire aura soin de les réunir et de les faire imprimer avant la prochaine séance, pour permettre à la classe de fixer son choix.

COMMUNICATIONS.

Orage du 19 février 1860, note de M. Ad. Quetelet, directeur de l'Observatoire.

Le dimanche soir, 19 février, a éclaté, sur la Belgique, le plus terrible orage dont les annales de la science fassent mention pour ce pays. Il a suivi à peu près la route ordinaire que parcourent la plupart des fléaux semblables qui ont affligé nos contrées. Vers sept heures, il éclatait sur Rolleghem et Courtrai; une heure après, ses ravages s'exerçaient sur Gand, Bruxelles et les environs d'Anvers;

se détournant ensuite vers Liége, où il éclatait à neuf heures, semant la dévastation sur son passage, il pénétra sur le territoire prussien, et, vers dix heures, il incendiait l'église de Melhem près de Cologne.

Pendant ce trajet, l'orage se dédoublait : vers neuf heures du soir, il frappait plusieurs tours dans les environs de Charleroi, et se dirigeait également sur Liége, en longeant la Sambre et la Meuse.

Jamais l'orage n'a atteint, dans notre pays, autant de points à la fois; il est tombé sur plus de vingt clochers qu'il a plus ou moins endommagés; ce sont les églises de Saint-Martin à Courtrai, de Rolleghem, de Moorslede, de Nazareth, de Berchem près d'Audenarde, d'Oordegem, de Saint-Rombaut et de Notre-Dame à Malines, de Saints-Jean et Nicolas à Schaerbeek, de Saint-Gommaire à Lierre, de Puers, d'Aertselaer, de Wesemael, de Rillaer, d'Aerschot, de Hoegaerde, de Lobbes, de Walcourt, de Marchienne-au-Pont, de Saint-Paul à Liége, de Melhem et de Heinsberg dans la Prusse rhénane. De ces vingt-deux églises, la cathédrale de Liége est pour ainsi dire la seule qui n'ait souffert aucun dommage; et c'est au paratonnerre qui la surmonte qu'elle a dû cet avantage.

On peut comparer à cet orage celui qui éclata avec tant de violence sur une partie de la France dans la nuit du 14 au 15 avril 1718. M. Duprez, membre de l'Académie, fait observer que la foudre tomba alors sur vingt-quatre clochers. Voici le renseignement qu'il a bien voulu me communiquer :

« L'ancienne Académie des sciences de Paris a enregistré dans ses volumes (1) les détails relatifs à un orage re-

(1) Année 1719, partie historique, page 21.

marquable qui éclata sur une partie de la France dans la nuit du 14 au 15 avril 1718. Du rapport transmis à ce sujet par Deslandes, il résulte que, pendant cette seule nuit, la foudre tomba sur vingt-quatre clochers, dans l'espace compris, le long de la côte de la Bretagne, entre Landerneau et Saint-Pol-de-Léon, et occasionna la mort ou de graves blessures aux personnes qui, d'après la funeste habitude de cette époque, sonnaient les cloches dans l'espoir d'écarter le météore. »

L'orage qui, durant la soirée du 19 février dernier, a sévi presque simultanément dans un grand nombre de localités de notre pays, a produit des désastres dont il est bon, je crois, de conserver également le souvenir. La foudre a frappé vingt-deux tours ou clochers, indépendamment de deux maison et d'un moulin. Voici, d'après les renseignements puisés dans les journaux, les divers lieux où ces accidents sont arrivés.

Bruxelles. — Un orage épouvantable a éclaté dimanche soir. Rien ne saurait donner une idée de la violence de cette tempête de neige, de bourrasques, de rafales, d'éclairs et de tonnerres qui, phénomène atmosphérique des plus rares à cette époque de l'année, s'est abattue cette nuit sur la capitale.

La foudre est tombée dans la cour d'une maison contiguë à l'église Saints-Jean et Nicolas, faubourg de Schaerbeek, et a failli faire deux victimes.

La fabrique de chicorée de M. Navez Van Themsche, chaussée de Jette, à Koekelberg, a eu beaucoup à souffrir de l'orage. La cheminée principale servant de foyer à la machine à vapeur a été détruite.

Vers le milieu de la nuit la tourmente s'est apaisée, et

la neige, qui a continué de tomber, couvrait hier matin le sol à une épaisseur de plusieurs centimètres.

Courtrai. — Hier dimanche, vers sept heures du soir, le plus horrible temps, pluie battante, tempête continuelle, a régné sur notre ville. Un violent orage, accompagné de gros grêlons, a éclaté, et tout à coup un craquement formidable, précédé d'un rapide et brillant éclair, se fit entendre.

Les habitants effrayés du quartier avoisinant l'église Saint-Martin, virent que l'une des quatre tourelles de cette église, frappée par la foudre, était en feu. Aussitôt tout le monde fut sur pied, et on put éteindre l'incendie.

Rolleghem, arrondissement de Courtrai. — Un journal signale que le clocher de cette commune a été foudroyé, mais il ne donne aucun détail.

Moorslede, arrondissement de Roulers. — Vers six heures, on entendait dans l'air un bruit sourd, avant-coureur des orages. Bientôt les nuages s'amoncellent, le vent le plus violent s'élève : il tombe à la fois et de la neige et de la pluie, pendant que les coups de tonnerre redoublent à chaque instant. C'était un spectacle vraiment émouvant, aussi avons-nous bien des désastres à déplorer. L'ouragan a renversé quelques petits bâtiments, enlevé la toiture à bon nombre de maisons, déraciné des centaines d'arbres et maltraité même quelques habitants.

De plus, la foudre est tombée sur la tour de l'église. Vers sept heures, on entendit un coup de tonnerre si aigu et si perçant que personne ne put douter de sa chute. En effet, aussitôt après, le sommet de la tour était en feu, et sans secours instantané, c'en eût été fait de la flèche et peut-être de l'église tout entière. On est parvenu à maîtriser le feu en moins de deux heures.

Beerst, arrondissement de Dixmude.— La foudre a frappé l'aile d'un moulin. L'heure n'est pas indiquée.

Gand. — Dimanche au soir, vers huit heures, un orage a éclaté sur cette ville et a occasionné un grand malheur à Nazareth.

Nazareth-lez-Deynze.—Dimanche soir, vers sept heures un quart, à la suite d'un violent coup de tonnerre, l'on s'aperçut que l'extrémité de la flèche de l'église, près de la croix, était en feu.

A la hauteur où l'incendie avait éclaté et à cause de la violence du vent qui soufflait à cette heure, on ne pouvait espérer de l'éteindre; aussi les flammes se propagèrent-elles avec rapidité, et peu de minutes après, la tour entière était en feu.

La violence du vent rendit les secours à peu près inutiles. Vers onze heures, la tour s'abîma avec la croix, les cloches et la charpente : ce fut un fracas épouvantable. Bientôt la sacristie et la partie Est de l'église ne présentèrent plus qu'un immense brasier.

A minuit, tout espoir de se rendre maître des flammes avait disparu. Le clergé et les habitants de Nazareth unirent alors leurs efforts pour sauver le mobilier; mais toutes les tentatives faites dans ce but furent infructueuses; l'ardeur du feu empêchait que personne ne s'en approchât.

Aujourd'hui les quatre murs de l'église restent seuls debout : tout le reste de l'édifice ne forme qu'un monceau de ruines fumantes.

Berchem-lez-Audenarde. — Hier, à huit heures du soir, le tonnerre est tombé sur la flèche du clocher de l'église : en un instant la partie supérieure était en feu, et aurait été infailliblement détruite par l'élément destructeur sans l'audace de trois habitants, qui ont eu assez de sang-froid

pour monter, au péril de leur vie, par l'intérieur du clocher, jusqu'au lieu de l'incendie, et ont pu, après une demi-heure d'efforts inouïs, éteindre le feu en détachant les pièces de bois enflammées.

Oordegem, arrondissement d'Alost. — En trois quarts d'heure, le feu allumé par la foudre au clocher de l'église a été éteint.

Anvers. — Hier soir, nous avons eu un temps assez singulier. Les éclairs sillonnaient les nues, et le tonnerre se faisait entendre pendant que la neige tombait à gros flocons et que le vent soufflait avec violence. Le mauvais temps a duré une grande partie de la nuit. Ce matin encore la neige a continué de tomber presque sans interruption.

Aertselaer, arrondissement d'Anvers. — La foudre est tombée sur le clocher de l'église; le dommage n'est pas considérable.

Malines. — Hier, vers huit heures du soir, par suite d'un fort orage, la foudre est tombée sur la tour de Notre-Dame, au delà de la Dyle. Heureusement on s'en aperçut à temps, et, à dix heures, on croyait le feu éteint, quand une heure après, le tocsin sonna de nouveau; des secours arrivèrent, et trente minutes plus tard tout danger avait disparu.

Un journal cite également le clocher de Saint-Rombaut comme ayant été frappé par la foudre, mais sans ajouter aucun détail.

Puers, arrondissement de Malines. — La foudre est tombée hier soir sur l'église. Les habitants sont parvenus à se rendre maîtres du feu, mais il paraît que les dégâts sont assez considérables.

Lierre. — La foudre est tombée sur la tour de l'église Saint-Gommaire. Le feu s'est communiqué à deux poutres presque au sommet de la tour. Grâce à de sages précau-

tions prises par plusieurs habitants accourus aussitôt sur le théâtre du sinistre, on a pu se rendre maître du feu.

Louvain. — Dimanche soir, vers huit heures et demie, un fort orage a éclaté sur la ville et les environs.

Wesemael, arrondissement de Louvain. — La foudre est tombée sur l'église et y a mis le feu; la tempête qui régnait a propagé l'incendie. La neige qui tombait en ce moment, mêlée aux rafales de pluie et de grêle, rendait les secours difficiles; toutefois les boiseries de la tour ont été seules incendiées.

Rillaer, arrondissement de Louvain. — La foudre est tombée sur les tours d'église des villages voisins : Wesemael et Rillaer. Ces tours sont complétement détruites. Les dommages sont considérables.

Aerschot. — L'orage de dimanche soir, qui a causé tant de sinistres, n'a pas épargné notre ville.

Vers huit heures, la foudre est tombée sur la flèche de notre antique cathédrale, et le feu s'est déclaré aussitôt au sommet de la tour.

En moins d'une heure, le sommet était un immense brasier, lançant des gerbes de feu qui venaient retomber en pluie d'étincelles sur toute la ville.

Ce n'est que grâce à une épaisse couche de neige que les maisons ont été épargnées.

Aux premiers sons du tocsin, toute notre population était sur pied; on est parvenu à monter une pompe près du foyer de l'incendie, et grâce à ce puissant secours, on a pu circonscrire le feu au sommet de l'édifice, lequel est entièrement consumé sur une largeur de trente-cinq pieds environ. L'église a peu souffert.

Hoegaerde, près de Tirlemont. — Dimanche, 19 de ce mois, lors de l'orage épouvantable mêlé d'éclairs et de

tonnerre, que différentes parties du royaume ont essuyé, la foudre est tombée, vers huit heures et demie du soir, sur le clocher de l'église d'Hoegaerde, laquelle est une des plus belles églises des communes rurales de la province, et y a mis le feu en trois endroits différents. Grâce à l'activité, au dévouement et au courage des habitants, qui se sont empressés de venir au secours, en moins d'une demi-heure le feu a été éteint. Les dégâts sont de peu d'importance.

Charleroi. — Hier soir, vers neuf heures, un orage a passé sur notre contrée; aux éclairs et aux coups de tonnerre a succédé bientôt une grêle épaisse, puis de la neige abondante qui a tombé une partie de la nuit. Le vent s'est remis ensuite au nord. Ce matin il avait gelé assez fort, et la neige a recommencé à tomber avec une extrême abondance. Il y en a au moins un pied d'épaisseur sur nos campagnes et dans nos rues.

L'orage, qui a éclaté hier soir, a frappé trois églises de nos environs, celles de Lobbes, de Walcourt et de Marchienne-au-Pont. Toutes trois ont été atteintes entre neuf et dix heures.

Marchienne-au-Pont, arrondissement de Charleroi. — La foudre a atteint le cadran extérieur de l'horloge, brisé les aiguilles, puis, pénétrant à l'intérieur, elle est sortie par le portail sans occasionner d'autres dégâts.

Lobbes, arrondissement de Thuin. — La foudre est tombée sur la croix qui surmontait le clocher, et l'a renversée; en même temps, elle a communiqué le feu à la pointe du clocher.

Grâce à de prompts et intelligents secours, l'incendie fut bientôt comprimé. A minuit tout danger avait disparu. L'extrémité du clocher a seule été endommagée.

Walcourt, arrondissement de Philippeville. — Les effets de la foudre ont été moins graves que dans les localités précédentes; elle a seulement effleuré le clocher de l'église en brisant une voie d'ardoises.

Namur. — Une violente bourrasque, accompagnée d'éclairs, de coups de tonnerre et de neige, a sévi hier, dimanche, vers neuf heures du soir, sur notre ville. Pendant la tourmente, qui n'a duré que quelques instants, le vent soufflait avec une fureur extrême.

Le temps était hier au dégel; mais, dans la nuit, le vent a sauté de l'ouest au nord, et il a gelé de nouveau.

Liége. — Hier soir, vers neuf heures, le vent se leva avec une impétuosité étonnante et fondit sur notre ville en manière de trombe, soulevant des flots de neige qui se mêlaient à une grêle épaisse dont la nuit fut pour ainsi dire obscurcie. En quelques minutes, la tourmente atteignit son plus haut degré. C'était une vraie tempête. Un éclair, d'un éclat éblouissant, auquel succéda immédiatement un très-fort coup de tonnerre, illumina le ciel dans son immensité.

Cet éclair fut suivi, à peu de distance, de deux autres coups de foudre également violents. Puis tout cessa : vent, pluie, neige, tonnerre; la bourrasque avait tout emporté avec elle, se dirigeant vers l'est avec une rapidité sans égale. Si passagère qu'ait été cette tempête, la grêle et la neige n'en étaient pas moins chassées avec tant d'impétuosité vers la terre qu'en un instant le sol en fut couvert.

La neige a encore tombé en abondance pendant une partie de la nuit. Dans les campagnes environnantes, la couche de neige a, ce matin, près d'un pied d'épaisseur.

On rapporte que pendant l'orage, au moment où a

brillé le premier éclair, les environs de la cathédrale ont paru tout en feu. La maison du sonneur, adossée à la tour, a été remplie d'une fumée sulfureuse qui a obligé d'en ouvrir les fenêtres. On présume que la foudre est tombée sur le paratonnerre de la cathédrale, mais on n'a pas trouvé de trace de ce passage.

Ces détails, donnés par les journaux, ont été affirmés par M. de Selys-Longchamps, qui se trouvait, en ce moment à Liége.

Waremme. — Les mêmes phénomènes s'y sont produits, vers huit heures et demie, d'après M. Ghaye. Ils présentaient le caractère d'une trombe étroite de cent vingt-cinq mètres environ.

Spa. — Dimanche, vers neuf heures et demie du soir, un tourbillon de neige s'est abattu sur notre ville avec une violence extraordinaire. Uu coup de tonnerre s'est fait entendre sans produire d'accidents; mais, en peu d'instants, il y avait plus d'un demi-pied de neige dans les rues. Les routes de Stavelot et de Malmédy sont radicalement encombrées, et les voitures n'y circulent que sur traîneau, comme en pleine Russie.

Melhem, près de Cologne. — Pendant l'orage qui a éclaté dimanche, 19, à dix heures du soir, la foudre est tombée sur l'église et l'a incendiée entièrement. Toutes les maisons de l'endroit ont été épargnées.

Suivant une communication faite à la *Gazette de Cologne* par le docteur Garthe, à l'occasion de l'orage de dimanche dernier, les orages sont si rares dans les mois de décembre, janvier et février que des observations recueillies à Berlin, depuis 1701 jusqu'à 1787, établissent qu'il n'y en a eu dans cet espace de près d'un siècle que six en décembre, cinq en janvier et huit en février.

Voyons maintenant les indications des principaux instruments météorologiques pendant cette effroyable tempête, qui semble plus spécialement avoir sévi dans notre royaume.

Variations météorologiques recueillies à l'observatoire royal de Bruxelles.

DATES.	PRESSION barométriq. absolue réduite à zéro.	TEMPÉRAT. centigrade de l'air.	VENT INFÉRIEUR. (1). Direction.	Intensité.	Notes.
	mm.			k	
19 févr. midi.	750,31	3°,3	OSO.	0,25	Temps gris, incertain pendant la journée du 19; le matin, vers 9 1/2 h., un peu de neige qui fond en tombant, et l'après-midi quelques gouttes d'eau, entre 3 et 4 heures. — Vers 8 h. du soir a éclaté subitement un orage; chute de grêle assez abondante, suivie de neige et accompagnée de forts éclairs bleuâtres avec tonnerre. Après 9 h., le ciel s'est éclairci par intervalles. — Le lendemain, 20, neige abondante pendant la matinée; à midi, on a recueilli 6mm,50 d'eau.
1h s.	49,0	3,9	OSO.	0,25	
2	47,8	4,8	OSO.	0,25	
3	46,65	4,8	OSO.	0,30	
4	45,4	4,6	OSO.	0,30	
5	43,8	3,4	OSO.	0,70	
6	43,1	3,1	OSO.	1,20 (5)	
7	41,9	1,6	OSO.	1,90 (6)	
8	40,3 (2) / 41,7	3,4 (3)	ONO. (4)	0,65	
9	41,0	0,6	O.	0,35	
10	40,8	0,1	OSO.	0,30	
11	41,0	0,2	O.	0,30	
20 févr. minuit.	41,2	0,8	ONO.	0,25	
1h m.	41,4	0,9	ONO.	0,20	
2	41,3	0,1	O.	0,20	
3	41,2	— 0,8	O.	0,25	
4	41,1	— 1,2	ONO.	0,25	
5	41,0	— 1,9	O.	0,15	
6	40,9	— 2,6	OSO.	0,05	
7	40,8	— 2,9	OSO.	0,05	
8	40,6	— 2,0	OSO.	0,20	
9	40,56	— 1,5	OSO.	0,20	
10	40,6	0,1	ONO.	0,25	
11	41,1	0,7	ONO.	0,20	
midi.	41,18	1,2	ONO.	0,20	

(1) La direction marquée est celle qu'avait le vent à l'heure de l'annotation, tandis que l'intensité, exprimée en kilogrammes, représente l'action, sur une plaque carrée d'un pied anglais de côté, du plus fort coup de vent arrivé pendant l'heure qui a suivi.

(2) Entre 7 h. 55 m. et 8 h. 5 m., la colonne s'est élevée brusquement de 740mm,3 à 741mm,7.

(3) A 8 h. 50 m., la température était descendue à + 0°,3.

(4) Vers 7 h. 50 m., le vent a sauté de l'OSO à l'ONO.

(5) Vers 6 h. 50 m, des coups de vent croissant d'intensité se succèdent par interruption depuis 5 h. 3 m.

(6) Vers 7 h. 15 m.; ensuite les coups diminuent peu à peu d'intensité et cessent complétement vers 8 heures.

On voit qu'au moment du passage de l'orage, le baromètre était très-bas : il a subi en ce moment une secousse assez forte. Le thermomètre et le vent ont éprouvé également des oscillations très-sensibles. La chute de la neige et de la grêle emportées par la violence des vents, ne permettait pas aux bâtiments de présenter des conducteurs naturels depuis leur sommet jusqu'à la base, et c'est probablement à cette circonstance que sont dus la plupart des désastres physiques que nous signalons.

Stavelot. — Voici les renseignements qu'a bien voulu me communiquer M. le professeur Dewalque : « L'orage que je n'ai remarqué à Stavelot que par des éclairs, a été très-fort à Beaumont.

TEMPÉRATURE, ÉTAT DU CIEL, VENTS, QUANTITÉ D'EAU, observés à Stavelot, le 19 février 1860.

INSTRUMENTS observés.	6h matin.	9h matin.	Midi.	2h soir.	9h soir.	6h matin.
Baromètre à 0°.	736m,40	733m,62	731,21	729m,50	720m,66	721m,77
Psychromètre. .	0°,6-0°,0	1°,3-0°,6	1°,8-1°,2	1°,8-1°,2	1°,7-1°,0	-2°,7-3°,4
Thermomètre. .	0,6	1,4	2,0	1,9	1,8	-2,8
			maximum 3,3			
			minimum 0,6			
Sérénité	0	0	0	0		2
Vents (supér.). . Vitesse.	NNE-1	0-4	0-3	OSO-3	»	NO-2
Quantité d'eau.	»	»	le 19, 1mm,65 neige.			
»	»	»	le 20, 4,33, dont les 5/7 de neige.			

Les premiers éclairs observés à Stavelot, l'ont été vers six heures et demie et les derniers vers huit heures du soir; mais on a observé sans soin. Il neigeait abondamment. Je n'ai pas entendu le tonnerre.

A Beaumont, village à une lieue à l'est de Stavelot, sur le versant méridional de la vallée de l'Amblève, l'orage a éclaté à onze heures et demie du soir, et a duré plus d'une heure, avec violentes rafales de neige.

— M. Duprez a bien voulu me remettre les renseignements suivants qu'on lira sans doute avec intérêt (1).

« Le recensement ci-dessus montre que toutes les provinces de notre pays, à l'exception du Limbourg et du Luxembourg, ont payé leur tribu à l'orage du 19 février ; il montre aussi que des vingt-deux explosions de la foudre qui ont eu lieu, quatorze ont déterminé des incendies plus ou moins considérables qui causèrent, entre autres, la destruction complète de deux églises. Parmi les édifices atteints, un seul était pourvu de paratonnerre, et, comme on devait s'y attendre, la foudre s'est écoulée sans produire le moindre dégât : c'est là un nouvel exemple de l'efficacité des paratonnerres propres, comme tant d'autres, à faire ouvrir les yeux à ceux qui, dans notre pays, reculent encore devant l'emploi de ce moyen préservatif.

» Je rappellerai, à cette occasion, que, dans ma *Statistique des coups de foudre qui ont frappé des paratonnerres ou des édifices et des navires armés de ces appareils* (2), j'ai mentionné cent soixante-huit cas de paratonnerres foudroyés, parmi lesquels il ne s'en trouve que vingt-sept, c'est-à-dire environ un sixième, où les paratonnerres, par suite de graves imperfections constatées dans leur

---

(1) Nous avons reçu encore depuis une notice obligeante de M. Bernardin de Melle, près de Gand, mais qui cite les mêmes localités que nous avons désignées.

(2) *Mém. de l'Acad.*, tome XXXI.

construction, n'ont point complétement préservé les édifices ou les navires qui les portaient. Ce résultat est des plus concluants en faveur de l'efficacité des paratonnerres, et il est, sans aucun doute, la meilleure réponse qu'on puisse faire aux objections mises en avant contre l'emploi des appareils dont il s'agit.

» Les effets produits par l'orage du 19 février viennent encore à l'appui de l'opinion qui admet que les orages des saisons froides sont plus dangereux que ceux des mois chauds. On sait qu'Arago partageait cette opinion, et qu'il chercha à la soumettre à l'épreuve de l'observation, du moins pour les orages qui se manifestent en mer. En classant par mois tous les coups foudroyants à dates certaines, signalés par les navigateurs et dont il avait tenu note, le savant physicien français trouva que, malgré un nombre d'orages considérablement moindre en hiver qu'en été, les coups de foudre frappant des navires étaient cependant beaucoup plus nombreux dans la première saison que dans la seconde. »

Ce n'est pas seulement en Belgique que l'orage du 19 février a fait des ravages, il a aussi sévi dans la Prusse rhénane, entre autres lieux à Melhem, où l'église a été réduite en cendres, et à Heinsberg, où le fluide électrique a mis le feu à la tour de l'église de Saint-Gangolphe. En Hollande, le tonnerre s'est fait également entendre; mais on ne dit point qu'il y ait commis des dégâts.

—

Communication relative aux moyens de prémunir les édifices contre les ravages de la foudre; par M. Ad. De Vaux, membre de l'Académie.

Le dimanche 19 février 1860, des nuages de neige, fortement chargés d'électricité et poussés par un vent des plus violents, ont présenté ce phénomène remarquable de frapper de la foudre un grand nombre de tours et de clochers situés en Belgique, et à peu de distance de nos frontières, dans les pays voisins.

Ce fait concorde parfaitement avec les explications développées par notre savant confrère M. Ad. Quetelet, dans une des dernières séances de l'Académie, à savoir que l'utilité des paratonnerres est surtout incontestable quand la foudre éclate avant la pluie, avant que les surfaces soient mouillées et offrent au fluide un moyen de s'écouler jusqu'au sol par l'extérieur des monuments. Ici, en effet, le vent n'apportait qu'une neige sèche et fine, et encore n'est-elle tombée qu'après le contact des nuages avec les sommets des édifices, c'est-à-dire après que les premières décharges du fluide avaient eu lieu.

A ce point de vue, je crois opportun de parler d'une disposition administrative récente qui ne peut manquer de recevoir votre approbation. Un arrêté royal du 21 juillet 1858 prescrit, pour les magasins à poudre, l'emploi « d'un toit en tôle galvanisée, muni d'appendices métal- » liques servant de conducteurs et plongeant profondé- » ment dans le sol en s'éloignant du pied des murs. » Des chéneaux métalliques feront partie de la toiture; » ils ne pourront être fixés aux murs. »

Revenant à l'orage du 19 février, je me demande ce qui

serait advenu si, en l'absence d'une couverture protectrice de ce genre et, à défaut de *bons* paratonnerres, les édifices foudroyés avaient été pourvus, depuis le sol jusqu'au faîte, d'un ou plusieurs conducteurs métalliques d'une grosseur suffisante. Il me paraît vraisemblable que le fluide se serait porté de préférence par cette voie vers la terre et que les monuments eussent eu beaucoup moins à souffrir.

C'est un point généralement admis, à la suite de nombreux exemples, que les choses se passent comme si la foudre *était attirée* par les parties métalliques qui entrent dans nos constructions : on la voit souvent suivre et fondre les cordons des sonnettes, serpenter d'une ancre à l'autre sur la face de nos murs; on sait le rôle que joue dans le paratonnerre la barre conductrice du fluide; on sait enfin ce qui arrive quand cette barre présente des solutions de continuité ou qu'elle ne communique pas assez intimement avec le sous-sol. Qu'il me soit permis, à ce sujet, de vous entretenir d'un fait assez remarquable observé à l'université de Liége et dont je n'ai pas souvenir qu'il vous ait été rendu compte. Il y a deux ou trois ans, pendant un fort orage, un élève de l'École des mines était au tableau pour un examen de chimie. Il avait derrière lui, à la distance de 30 à 40 centimètres, les conduits en fonte servant au chauffage des salles par la vapeur; ces tuyaux aboutissaient, d'une part, à une chaudière placée au rez-de-chaussée et, de l'autre, à un tuyau de décharge ouvert à la naissance du toit. La foudre éclate, et en même temps une étincelle bien nourrie, partant des tuyaux, vient frapper le jeune homme dans les reins et lui fait éprouver une sensation étrange et quelque peu douloureuse. L'explication est trop simple pour que je m'y arrête, et je me contenterai de la résumer en affirmant que rien ne se serait manifesté au dehors des tuyaux, si ceux-ci, au lieu de s'arrêter à une

chaudière supportée par une maçonnerie plus ou moins isolante, s'étaient prolongés sans interruption jusqu'à une certaine profondeur dans le sol.

Toutes ces observations concourent à établir *la garantie que pourrait offrir, pour nos constructions, la présence de lignes non interrompues de substances conductrices de l'électricité depuis le faîte jusqu'au-dessous des fondations.*

Si cette opinion est partagée par la classe, il paraîtra peut-être utile de la signaler à l'attention du Gouvernement, en décidant l'insertion de la présente note au *Bulletin.*

La classe a également écouté avec intérêt quelques détails particuliers qui lui ont été donnés par MM. de Selys-Longchamps, d'Omalius, Dewalque, etc.

—

M. Ami Boué, membre de l'Académie impériale des sciences de Vienne, adresse au Secrétaire perpétuel une lettre renfermant le programme d'une nouvelle publication qu'il fait connaître dans les termes suivants :

« Je vous avais promis, il y a deux ans, de faire imprimer le catalogue méthodique de 30,075 sociétés et de 10,348 journaux périodiques, non compris 6,000 journaux politiques, 4,065 journaux d'amusement et 3,031 écrits de sociétés savantes, 14,959 instituts, universités, musées et écoles supérieures publiant 514 écrits divers.

» Je suis forcé d'ajourner à un moment plus calme l'élaboration de ce catalogue, et, d'autre part, je désirerais cependant publier au moins un tableau numérique et synoptique des résultats. Je vous envoie, comme prospectus, le commencement de ce tableau général, tout en vous fai-

sant remarquer que, dans mon travail définitif, je placerai, dans des colonnes séparées, les différentes publications : bulletins, mémoires et comptes rendus annuels des sociétés savantes.

» A ce tableau devraient se joindre, comme corollaires, d'autres tableaux faisant la répartition des races, des cultes, de la chronologie et des lieux où se trouvent les sociétés ou les publications..... »

DÉSIGNATION des SCIENCES ET DES MATIÈRES.		INSTITUTIONS. Académies et Sociétés savantes. Nombre TOTAL.	INSTITUTIONS. Académies et Sociétés savantes. Nombre ACTUEL.	INSTITUTIONS. UNIVERSITÉS, écoles SUPÉRIEURES	INSTITUTIONS. MUSÉES.	PUBLICATIONS. Annuaires, comptes rendus, bulletins, mémoires et autres écrits des sociétés savantes. Nombre TOTAL.	PUBLICATIONS. Annuaires, comptes rendus, bulletins, mémoires et autres écrits des sociétés savantes. Nombre ACTUEL.	PUBLICATIONS. Journaux périodiques Nombre TOTAL.	PUBLICATIONS. Journaux périodiques Nombre ACTUEL.
Sciences . .	Réunions nomades annuel. Sans siége central fixe	179-181	167-179	»	»	83	81		
Arts . . .	A siége central fixe.	48- 50	48-50						
	De société à résidence fixe	28	28						
	De délégués de sociétés	57	57	»	»	20	20		
Économie domestique.	Pour des royaumes	»	182						
	— des régions	»	60-66						
	— des provinces	»	61-66						
Sciences et érudition de toute espèce.	Congrès nationaux. . . pour une race . .	4-5	»	»	»	6-8	1		
	— un pays . .	158-176							
	Congrès internationaux ou cosmopolites tenus une fois . .	55-56	»	»	»	12-20			
	répétés	11							
	périodiques. . .	5-6							
Sciences de toute espèce.	Académies de toute espèce, y compris les écoles académiques avec les anciennes.	288-294 -300 1000-1081	201-205	117-150					
Sciences et érudition.	Académies de premier ordre.	48-52	41-45	»	»	44-116	41-15		
	Demi-académies.	75-56	52-54	»	»	56	48		
Sciences, arts et belles-lettres, ainsi qu'éducation soignée.	Petites académies	149	102	»	»	68	48		
	Grandes sociétés.	370	288-295	»	»	156	133		
	Petites sociétés	100-105	87	»	»	15	111		
Sciences physiques, chimiques et naturelles avec la géographie.		»	»	»	»	»	»	215-218	46-49
Sciences, arts et belles-lettres.		»	»	»	»	»	»	747-749	114-121
Mathématiques.		10-12	6	»	»	2-6	1	50	12-15
— avec les sections d'académies		51	45					Environ 30 collections.	
Mathématique et physique		11-14	5-15	15-16 (Instituts)	»	9	2	161	10-21
— — avec les sections d'académies.		26						Environ 56 collections.	

DÉSIGNATION des SCIENCES ET DES MATIÈRES.	INSTITUTIONS. Académies et Sociétés savantes. Nombre TOTAL.	ACTUEL.	UNIVERSITÉS, écoles SUPÉRIEURES.	MUSÉES.	PUBLICATIONS. Annuaires, comptes rendus, bulletins, mémoires et autres écrits des sociétés savantes. Nombre TOTAL.	ACTUEL.	Journaux périodiques Nombre TOTAL.	ACTUEL.
Astronomie	3	2	6-7 établissements	»	3	2	53	18-21
Optique	»	»	196-252 observatoires. 173-178 observ. actuels.	»	70	70		
Microscopie	5	5	5-6	»	»	»	11	2
Photographie	5	5	2	»	3	2	1	1
Électricité et magnétisme	3	1	2	»	2	2	9	9
Magnétisme terrestre et météorologie	2-3	1	6	»	6	1	Dont 2 rapports. 8	1
	»	»	»	»	2	1	4 rapports, environ 44-45 collections d'observations.	
Météorologie	51-52	26-27	Plus de 100.	»	13	13	4 rapports, au moins 80 collections d'observations.	
			22-31	»	Au moins 29	29	45	11-12
			21 stations princip.	»	Beaucoup.	»	»	»
			1300-1350 stations second.	»	»	»	Plus de 52 rapports. »	»
Météorologie — nautique	»	»	»	»	»	»	Plus de 1600-1620 collections d'observations. Plus de 50.	
Météorologie — aérienne	»	»	»	»	»	»	Plus de 19.	
Météorologie — sur des montagnes	»	»	»	»	»	»	Plus de 15.	
Météorologie — au même temps horaire	»	»	»	»	»	»	Plus de 42.	
Météorologie — aux solstices et équinoxes	»	»	»	»	»	»	Plus de 13.	
Phénomènes périodiques de la vie organique	»	»	»	»	»	»	Plus de 170-200.	
Ozonométrie	»	»	»	»	»	»	Plus de 32.	
Anémométrie	»	»	»	»	»	»	Pour mémoire.	
Hydrométrie, commissions	»	»	5-6	5-6	2-3	2-3		
Seismométrie, commissions	»	»	1-2	1-2				
Physique et chimie	17-25	3-4	»	72	8	2	53	7
— — avec les sections d'académies	25	»	»	»	»	»	»	»
Alchimie	4	»	»	»	2	»	43 rapports. 62 collections. 23 répertoires. 3-4	
Chimie	13-15	3	Plus de 140 laborat. princip.	»	3	2	74	26-27
— avec les sections d'académies	61-66	»	»	»	»	»	»	»
— avec les sociétés de pharmacie	93-98	»	»	»	»	»	18 rapports. »	»
Pharmacie	40	36-39	3 dans les écoles.	»	22	10	40 collections. 25 répertoires. 67-68	32-33

SCIENCES NATURELLES.

Géologiques.
Paléontologiques.
Géographiques.
Voyages.
Statistiques.
Médicales.
Chirurgicales.
Vétérinaires.
Agricoles.
Horticulturales, etc.
Sylviculture.
Industrie cérisicole.
Apiculture, etc.
Militaires.
Nautiques
Ingénieurs { civils / des mines.
Architectes.
Technologiques de toute espèces.
Beaux-Arts.

SCIENCES D'ÉRUDITION.

Historiques.
Archéologiques.
Héraldiques.
Numismatiques.
Philologiques.
Langues orientales.
Pédagogie.
Sténographie, etc.
Éducation.
(*Établissements d'éducation supérieurs de toute espèce*).
Sociétés de lecture et bibliothèques principales.
Bibliothèques populaires.

ÉCONOMIE POLITIQUE ET SOCIALE.

Juifs
Émigrations.
Esclaves.
Protection des sauvages.
Tempérance.
Charité.
Mendiants.
Nutrition.
Bâtiments pour les pauvres.
Prisons.
Condamnés.
Finances.
Caisses d'épargne.
Assurances.
Commerce.
Librairie.
Religions diverses.
Missions.
Société de traités.
— de bons livres (*Tract societies.*)
Morale.
Franc-maçons.
Philosophie.
Bibliographie avec huit grandes sous-divisions, d'après le but.
Journaux d'amusements.
Gazettes politiques.

— M. Quetelet communique, d'après une lettre de M. Henri Storks Eaton, une note sur les oscillations rapides du baromètre qui ont été observées, pendant la dernière partie de 1859, en Angleterre et jusqu'en Belgique.

— M. Melsens fait une communication verbale sur le perfectionnement d'un manomètre métallique, et M. Van Beneden sur un effet d'hypnotisme observé chez un homard.

Séance du 31 mars 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Poelman, d'Udekem, Dewalque, *membres;* Lacordaire, Lamarle, *associés;* Ernest Quetelet, Ch. Montigny, *correspondants.*

M. Nicolas de Khanikoff, *membre de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg,* assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'intérieur transmet différents ouvrages destinés à la bibliothèque de l'Académie.

M. Maury, directeur de l'observatoire de Washington, fait parvenir, par l'intermédiaire de M. Ad. Quetelet, les résultats de la discussion de 6,455 observations barométriques indépendantes et séparées, recueillies sur mer, à partir du 40me degré de latitude australe jusqu'au 55me. Ces observations sont divisées en trois groupes pour une même longitude, dans la vue de reconnaître l'influence du cap Horn sur l'abaissement du baromètre. On voit que cet abaissement est assez sensible, en se rapprochant de la latitude du cap.

Hauteur moyenne du baromètre

Entre les PARALLÈLES DE	ENTRE LES MÉRIDIENS DE 20° O. et 140° E.		140° E. et 80° O.		du cap Horn.		MOYENNE générale.	
	NOMBRE d'obser.	BAROMÈT.	NOMBRE d'obser.	BAROMÈT.	NOMBRE d'obser.	BAROMÈT.	NOMBRE d'obser.	BAROMÈT.
40° S. et 43° S.	1115	p 29,90	210	p 29,84	378	p 29,86	1703	p 29,88
43 et 45	738	29,80	155	29,73	237	29,75	1130	29,78
45 et 48	611	29,58	226	29,71	337	29,68	1174	29,63
48 et 50	175	29,53	247	29,56	250	29,61	672	29,62
50 et 53	108	29,35	198	29,45	359	29,56	665	29,48
53 et 55	6	29,17	92	29,35	377	29,37	475	29,36

— M. Maury adresse en même temps ses remercîments pour sa nomination d'associé, et témoigne ses regrets de ce qu'une négligence dans la transmission du diplôme ait retardé jusqu'à présent sa réponse.

Des remercîments sont adressés aussi par M. Struve, directeur de l'observatoire de Pulkowa, pour sa nomination d'associé.

— M. Encke, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Berlin, fait connaître qu'il a remis au comité chargé de la fondation de Humboldt, la souscription que l'Académie royale de Bruxelles destine au monument consacré à la mémoire de son ancien associé.

— M. le major Henry James, chargée de la triangulation de l'Angleterre, transmet des renseignements sur ses travaux géodésiques, et fait parvenir en même temps quelques beaux exemplaires photo-zincographiques, pris sur un ancien munuscrit qui se trouve dans le dépôt de la guerre.

— L'Association britannique pour l'avancement des sciences annonce que sa 38me réunion aura lieu cette année, à Oxford, le mercredi 27 juin, sous la présidence de lord Wrottesley.

— M. Antonio Aguilar, directeur de l'observatoire de Madrid, fait connaître les facilités qui seront accordées aux astronomes désireux d'observer, en Espagne, l'éclipse solaire du mois de juillet prochain.

— M. le docteur B. Schnepp, en donnant connaissance des premières réunions de l'Institut égyptien, annonce le prochain envoi des publications de cette société savante.

L'Académie des sciences et lettres de Montpellier, la Société des sciences de Görlitz, et l'Institut de Venise remercient l'Académie pour l'envoi de ses travaux.

M. H. Namias, secrétaire de cette dernière société savante, annonce en même temps l'envoi de son ouvrage sur les principes électro-physiologiques, qui a été couronné par l'Institut de Milan. — Remercîments.

— L'Académie reçoit les résultats des observations qui ont été faites, le 21 mars dernier, sur l'état de la végétation : 1° à Waremme par MM. de Selys-Longchamps et Ghaye; 2° à Jemeppe-sur-Meuse, par M. Alf. de Borre; 3° à Melle près de Gand, par M. Bernardin; 4° à Bruxelles; par M. Ad. Quetelet; 5° dans les environs de Munster, par M. le docteur Heis.

M. le professeur Rigouts-Verbert fait, de son côté, parvenir les résultats de ses observations sur la feuillaison, la floraison, la fructification et la chute des feuilles, observés à Anvers, pendant l'année 1859.

— M. Alexandre Vander Looy, ancien marin et actuellement représentant des verreries de la Louvière, transmet quelques renseignements sur des découvertes géographiques, non encore indiquées sur les cartes officielles récemment publiées, et qui ont été faites en sa présence pendant l'année 1851, à bord du trois-mâts-barque hollandais *Timor*, commandé par le capitaine Koning.

« 1° Le 9 mai 1851, nous pûmes constater que l'île Wake, qui se trouvait placée sur nos cartes par 19°1′ latitude septentrionale et 166°46′ longitude orientale (observatoire de Greenwich) avait disparu. Quoique nous ayons marché franc-ouest sur la parallèle de la latitude de l'île Wake, à partir de 167°24′ de longitude orientale (obser-

vatoire de Greenwich) jusqu'à 165°37′ de longitude orientale (même observatoire), et que de cette manière, nous ayons coupé diamétralement l'endroit où cette île aurait dû se trouver, cette dernière pourtant ne s'est point offerte à nos regards.

» 2° Le 2 septembre 1851, à six heures du soir, entre 12°9′ de latitude nord, 120°39′ longitude est (observatoire de Greenwich) et 10°52′ latitude nord, 121°44′ longitude est (même observatoire), nous aperçûmes sur un fond de trois brasses et demie, des bancs de corail, qui ne figurent pas sur les cartes marines.

» 3° Le 11 septembre 1851, à huit heures et quart du matin, entre 6°1′ latitude nord, 122°27′ longitude est (observatoire de Greenwich) et 5°17′ latitude nord, 121°50′ longitude est (même observatoire), nous vîmes dans la direction E. 1/4 N., à un mille de distance, un petit rocher, qui était inconnu sur nos cartes. »

— M. J.-J. d'Omalius d'Halloy, membre de la classe, présente une notice biographique de sa composition sur Alexandre Brongniart. — Remercîments.

— Il est fait hommage d'une médaille en bronze, destinée à conserver le souvenir de M. Pierre Simons, ingénieur de l'État et ancien correspondant de l'Académie. Cette médaille, gravée par M. Veyrat, a été dessinée par M. Eug. Delbarre, chef de bureau au Ministère des travaux publics. — Remercîments.

— La classe reçoit différents ouvrages manuscrits, savoir :

1° Sur un nouveau système enregistreur des observations de tous les instruments météorologiques, par M. Ch.

Noël, de Paris. (Commissaires : MM. Duprez et Ad. Quetelet.)

2° Sur les ossements fossiles découverts à Lierre, le 28 février 1860, par M. François Scohy, médecin de bataillon dans l'armée belge. (Commissaires : MM. Nyst, De Koninck et Van Beneden.)

3° Note sur l'orage du 19 janvier 1860, sur la génération de l'électricité des orages en général, et sur la fréquence des coups de foudre pendant les orages d'hiver, par M. Florimond. (Commissaires : MM. Duprez et Ad. Quetelet.)

CONCOURS.

Par sa lettre du 26 janvier 1860, M. le Ministre de l'intérieur avait transmis une expédition d'un arrêté royal, disposant que le prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques non décerné pour la période de 1854 à 1858, serait appliqué à des concours extraordinaires.

En réponse à cette demande, la classe des sciences a soumis au Gouvernement deux questions de sciences mathématiques et deux de sciences naturelles, pour faire l'objet du concours dont il s'agit.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Suite des observations sur la lumière zodiacale faites, à Münster, du 20 décembre 1859 au 23 février 1860, par M. le docteur Heis, de Münster. Communication de M. Ad. Quetelet (1).

Décembre 20, 1859, 7h. Bord supérieur : 300° + 1°, 310° — 2°, 320 — 3°, 330° — 5°.
Sommet : 341° — 11°.
Bord inférieur : 330°—15°, 320°—18, 310° —20°.

Janvier 12, 1860, 7h. Bord supérieur : 300°+11°, 310°+10°, 330°+10°, 340° + 10°, 350° + 10°, 0° + 9°, 10° + 9°.
Sommet : 19° + 7°.
Bord inférieur : 10° — 2°, 0° — 7°, 300° — 11°.

» 18, » Le bord supérieur passe par α, γ Pégase; le sommet se trouve vers π Poissons ($\alpha = 22°$, $\delta = 10°$). Le bord inférieur n'est pas curviligne comme autrefois, on remarque une anomalie vers la région de ρ Baleine.

Février 9, » 7½h. Bord supérieur : 345°+10°, 355°+12°, 5°+14°. 15 + 7°, 25° + 18°, 35° + 19.
Sommet : 47° + 19°.
Bord inférieur : 35° + 9°, 25° + 5°, 25° + 1°, 5° — 2°, 335° — 8°.

» 11, » Bord supérieur : 345°+10°, 5°+15°, 25°+20°, 35° + 22°, 45° + 22°,5.
Sommet : 50° + 23°.
Bord inferieur : 45° + 15°, 35° + 7°, 25° — 1°.

» 15, » 8h. Bord supérieur : 345°+24°, 355°+25°, 5+26°, 15°+26°, 25°+26°, 35°+25°,5, 45°+25°,
Sommet : 51° + 20°.
Bord inférieur : 45° + 15°, 35° + 17°, 25°+0°, 15° — 10°.

---

(1) Voir *Bull. de l'Acad. royale de Belgique*, 2me série, t. VIII, p. 373.

Février 23, 1860, 7^h 5^m. Bord supérieur : 340° + 30°, 0° + 30°, 20° + 29°, 40° + 28°, 50° + 26°.
Sommet : 60° + 24°.
Bord inférieur : 50° + 17°, 40° + 11°, 30° + 5°, 20° — 3°.

M. Heis communique aussi l'extrait d'une lettre de M. Neumayer, directeur de l'observatoire magnétique et météorologique de Melbourne (Australie). M. Neumayer, dans ces derniers temps, a observé plusieurs perturbations magnétiques (1) :

1859. Octobre 18, de 8^h 45^m à 10^h 45^m (8^h 30^m aurore australe).
» » 21, soir } (aurore australe).
» » 22, matin }
» Novembre 7, de 10^h à 13^h 30^m petites perturbations.
» » 11, matin petites perturbations.
» » 13, soir » »
» » 15, 9^h 30^m, » »
» » 25, soir, » »
» Décembre 6, 22^h, » »
» » 8, soir, grandes perturbations.
» » 11, de 2^h à 3^h, grandes perturbations.
» » 13, de 7^h 19^m à 20^h, grandes perturbations (aurore australe).
» » 16, de 9^h à 10^h 30^m, perturbations.
1860. Janvier 4, 13^h 33^m, petites perturbations.
» » 7, » » »
» » 11, de 12^h à 16^h 25^m, grandes perturbations.

Position de l'observatoire : latitude — 37°48′,6.
longitude 9^h 39^m 53^s est de Greenwich.

---

(1) A Bruxelles, M. Ernest Quetelet a observé une forte perturbation, les 17 et 18 octobre 1859, au soir; le 21 octobre et le 13 décembre, petites perturbations.

Enfin, le 28 et le 29 mars de cette année (1860), on a observé une forte perturbation des éléments magnétiques. Elle a été également constatée à Paris et à Lisbonne; et le 29, au soir, une brillante aurore boréale a été aperçue à Stockholm.

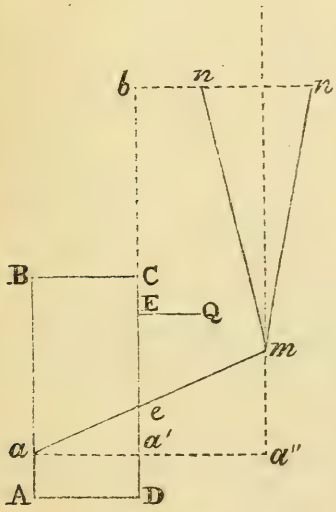
Solution géométrique d'une série de problèmes relatifs à l'art des constructions; par M. Lamarle, associé de l'Académie. (Suite et fin.) (*).

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — POUSSÉE ET BUTÉE DES TERRES.

Sixième question.

Équilibre d'un massif sollicité latéralement.

XI. Soit ABCD le profil d'un massif compris entre deux plans verticaux parallèles, et sollicité en E par une force horizontale Q.



(*Fig.* 10.)

On demande la plus grande valeur admissible pour Q, dans l'état d'équilibre, et en supposant que la rupture tende à se produire par glissement, suivant un plan quelconque *ae* perpendiculaire au profil ABCD (*fig.* 10).

Menons par le point *a* l'horizontale $aa'a''$ et, procédant comme au n° VIII, prenons

$$a'a'' = \frac{2\gamma}{\Pi}.$$

On sait qu'en représentant par $2h'$ le poids (**) $\Pi a_1 b_1 h'$

(*) Voir *Bulletins de la classe des sciences*, année 1860, p. 115.

(**) h' est la hauteur aB, a_1 la largeur aa', b_1 la longueur du massif mesurée perpendiculairement au profil ABCD.

du prisme $aBCa'$, la cohésion développée suivant la section aa' est représentée par $a'a''$. On sait également que, pour une ligne quelconque de rupture aem coupant en e la droite DC et aboutissant en m à la verticale menée par le point a'', le poids du prisme qui tend à se détacher et la cohésion suivant ae sont représentés respectivement, l'un par $2h'—a'e$, l'autre par em.

Prenons $a'b$ égal à $2h'$; par le point b menons l'horizontale bn et par le point m la droite mn, sous l'angle $amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$.

Le poids du prisme qui tend à se détacher étant représenté par be, de même que la cohésion l'est par em, on voit aisément que le segment bn représente l'intensité que doit avoir la force Q pour équilibrer la résistance du massif à la rupture par glissement suivant ae.

Imaginons que la droite ae s'abaisse ou s'élève parallèlement à elle-même. Lorsque le point a descend, le point b remonte d'une égale quantité. De là résulte un double accroissement de la longueur be et, par suite, une diminution correspondante du segment bn, ou, au contraire, une augmentation de ce même segment, selon que la ligne mn s'incline à gauche ou à droite de la verticale $a''m$, c'est-à-dire selon que l'angle maa'' est plus grand ou plus petit que φ.

Dans le premier cas, la rupture est plus facile à partir du point A, et l'on a en général

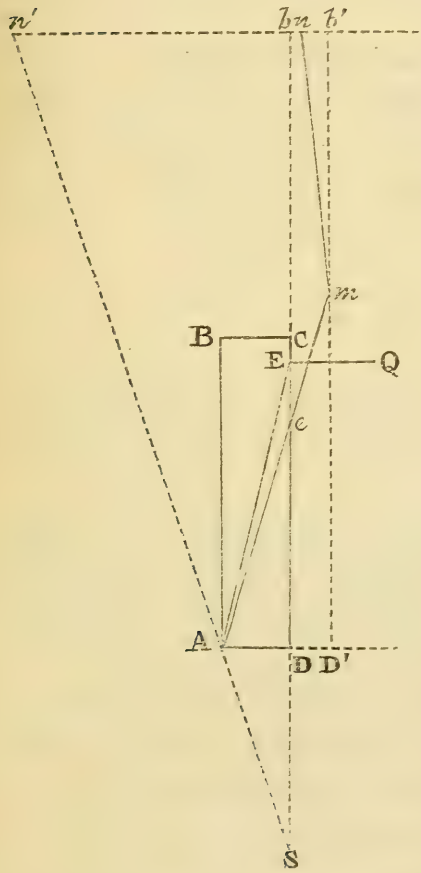
$$bn < a'a''.$$

Dans le second cas, la rupture est plus facile à partir du point E, et l'on a généralement

$$bn > a'a''.$$

Les déductions qui précèdent supposent que le point m reste au-dessous de l'horizontale bn. S'il en était autrement, la réaction N′, représentée par mn, changerait de sens, et, dès lors, ce ne serait plus par glissement que la rupture du massif tendrait à se produire.

(*Fig.* 11.)



N. B. Le lecteur est prié de reporter le point S de cette figure sur le prolongement des droites mD', $n'A$ et à leur rencontre.

XII. Tirons la diagonale AE. Deux cas sont possibles, selon que l'angle EAD est plus grand ou plus petit que φ.

Soit d'abord

$$\widehat{EAD} > \varphi.$$

Prolongeons les droites AD, DC et prenons sur leurs prolongements

$$DD' = \frac{2\gamma}{\Pi}, \quad Db = 2DC = 2h.$$

Par le point b menons une horizontale et par le point D′ une verticale. Soit b' le point où ces droites se coupent : Représentons-nous la droite Ab' (*fig.* 11).

La droite Ab' peut s'abaisser au-dessous de la droite AE et faire avec l'horizontale un angle inférieur à φ. Lorsqu'il en est ainsi, la droite Ab' peut être considérée comme ligne de plus facile

rupture (*); la force Q est représentée par DD′, et l'on a

$$Q = \frac{\Pi\, a_1\, b_1 .}{2} \frac{2\gamma}{\Pi} = \gamma .\, a_1 .\, b_1 .$$

En général, la droite Ab' fait avec l'horizontale un angle supérieur à φ, et, dès lors, voici quelle est la solution :

Par le point A, on mène une droite inclinée sur bn de l'angle $\frac{\pi}{2} + \varphi$, ou, ce qui revient au même, inclinée sur AB de l'angle φ. Soit SAn' cette droite qui coupe en S la droite D′m et en n' la droite bn.

On détermine le point m en prenant

$$\overline{Sm}^2 = SA . Sn'.$$

On tire la droite Aem et l'on achève la construction par le tracé de la droite mn, l'angle Amn étant pris égal à $\frac{\pi}{2} + \varphi$

Cela posé, la ligne de plus facile rupture est la droite Ae, ou la diagonale AE, selon que la droite Ae reste au-dessous ou qu'au contraire, elle s'élève au-dessus de cette diagonale.

Le reste s'achève aisément, la valeur cherchée pour Q étant représentée par bn et l'équilibre n'étant possible qu'autant que le point n tombe à droite du point b.

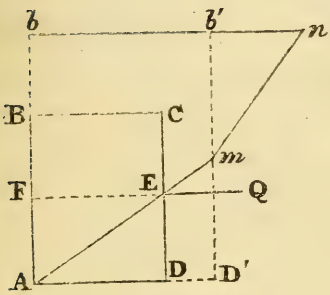
Supposons maintenant que l'on ait

$$\widehat{EAD} < \varphi.$$

(*) La rupture par glissement n'est possible que suivant des droites plus inclinées que la droite Ab'. (Voir au besoin la remarque faite à la fin du n° XI.)

Prolongeons les droites AD, AB (*fig.* 12) et, sur leurs prolongements, prenons les points D′ et b, de manière que l'on ait

$$AD' = \frac{2\gamma}{\Pi}, \quad Fb = 2FB. \quad (^*)$$



(*Fig.* 12.)

Par le point b menons une horizontale et par le point D′ une verticale. Soit b' le point où ces droites se coupent. Le point m, où la diagonale AE vient rencontrer la verticale D′b', peut se trouver au-dessous ou au-dessus du point b'. Dans le premier cas, la ligne de plus facile rupture est AE, et, si, par le point m, on mène la droite mn, sous l'angle $Amn = \frac{\pi}{2} + \varphi$ (n étant le point de rencontre des droites mn, bb'), la valeur cherchée pour Q est représentée par le segment bn (**). Dans le second cas, la ligne de plus facile rupture est le prolongement de la droite menée du point b' au point E; la force Q est représentée par AD′, et l'on a, comme ci-dessus,

$$Q = \gamma . a_1 . b_1.$$

Nous laissons au lecteur le soin de traduire, au moyen

(*) Le point F est sur l'horizontale menée par le point E.

(**) Les portions de droite Am, bA représentent respectivement, l'une la cohésion suivant AE, l'autre le poids du prisme AECB. Il s'ensuit que les longueurs mn, bn représentent en même temps, l'une la réaction N′, l'autre la valeur cherchée pour Q.

du calcul algébrique ceux des résultats précédents que nous n'avons fait qu'énoncer.

On observera que la direction de la force Q peut être quelconque, sans que la solution qui vient d'être exposée cesse d'être applicable. On observera, en outre, que pour s'assurer de l'équilibre du massif, il faut considérer successivement tous les modes de rupture qu'il comporte, la rupture par glissement pouvant être moins facile que par rotation, comme au n° V, ou autrement.

Septième question.

Poussée des terres contre une paroi plane.

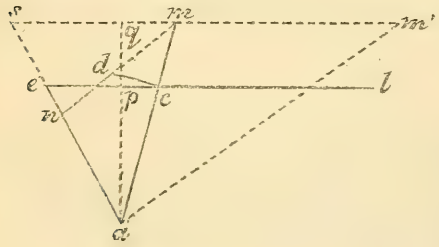
XIII. Étant donnée une paroi plane *ae*, pressée par un massif de terre et maintenue par une force Q, dont on connaît la direction, on demande la valeur que doit avoir la force Q pour équilibrer l'action de la poussée.

Soit *ael* le profil du massif à considérer.

Opérons d'abord comme l'ont fait MM. Prony, Français, Navier, etc., c'est-à-dire en supposant la force Q perpendiculaire à la paroi *ae*, et la droite *el* horizontale.

Soit *ac* la ligne de rupture.

Si le massif est cohérent, les forces à considérer sont au nombre de quatre :



(Fig. 13.)

1° La force Q, normale à la paroi *ae;*

2° Le poids P du prisme *eac;*

3° La réaction T′ due à la cohésion et dirigée suivant *ac;*

4° La réaction N′, dont la direction fait avec *ac* l'angle $\frac{\pi}{2} + \varphi$.

Faisons tourner d'un angle droit, le système de ces quatre forces et représentons par *ec* le poids P, qui est évidemment proportionnel à ce segment.

Après cette rotation, la force T′ est dirigée suivant une perpendiculaire à *ca;* la force Q suivant *ea;* la force N′ suivant une droite faisant avec *ac* un angle égal à φ.

Représentons par *cd* la force T′ et menons par le point *d* la droite *dm* sous l'angle $dmc = \varphi$. Le prolongement de cette droite venant couper en *n* la droite *ea,* il est aisé de voir que le segment *en* représente la grandeur que doit avoir la force Q pour équilibrer la poussée du prisme *eac.*

On a, par construction,

$$\frac{cd}{ec} = \frac{T'}{P} = \frac{2\gamma . ac}{\Pi h . ec}$$

h étant la hauteur du triangle *eac*, γ la cohésion pour l'unité de surface, Π le poids de l'unité de volume de la matière du massif.

De là résulte

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad cd = \frac{2\gamma}{\Pi} \cdot \frac{ac}{h} \cdot$$

Le triangle *cdm,* rectangle en *c*, donne,

$$(2). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad cm = \frac{cd}{\operatorname{tg} \varphi} \cdot$$

Par le point *m* menons la droite *ms* parallèle à *ce* et du point *a* abaissons sur les droites *ce, ms* la perpendiculaire commune *apq*. Soit *z* la distance comprise entre les droites

el, *ms*, on a

$$(3). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad z = pq = h.\frac{cm}{ac}.$$

En multipliant membre à membre les équations (1), (2), (3), on trouve immédiatement,

$$(4). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad z = pq = \frac{2\gamma}{\Pi \operatorname{tg} \varphi}.$$

Il suit de là que la distance *pq* est indépendante de la direction *ac*, et, conséquemment, que, pour toute ligne de rupture partant du point *a*, le point *m* reste sur une même horizontale *ms*.

Cela posé, si nous observons que la poussée *maximum* correspond à la plus grande longueur du segment *en*, nous pouvons conclure immédiatement que la solution cherchée est fournie par le théorème fondamental exposé n° II.

Par le point *a* menons la droite *am'* dirigée suivant le talus naturel et coupant, en conséquence, la droite *mq* sous l'angle $am'm = \varphi$.

En vertu du corollaire 1 du n° III, la ligne de plus facile rupture est dirigée suivant la bissectrice de l'angle *nam'*; elle divise donc en deux parties égales l'angle que la paroi fait avec le talus naturel.

Supposons la ligne *ac* dirigée suivant la bissectrice de l'angle *nam'* et prolongeons la droite *ae* jusqu'à sa rencontre en *s* avec la droite *ms*.

Les angles *smn*, *sam* étant égaux, les triangles *snm*, *sma* sont semblables et donnent

$$(5). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad sn = \frac{\overline{sm}^2}{sa}.$$

Le prisme *eac* est dit prisme de plus grande poussée. Désignons par t le rapport de la base *ec* de ce prisme à sa hauteur h, et par ε l'angle que la paroi *ae* fait avec la verticale. Il vient

$$sm = t(h + z), \quad sa = \frac{h + z}{\cos \varepsilon}, \quad se = \frac{z}{\cos \varepsilon}.$$

On déduit de là

$$(6). \quad en = sn - se = t^2 (h + z) \cos \varepsilon - \frac{z}{\cos \varepsilon}.$$

Soit h' la valeur de h pour laquelle on a $en = o$. Cette valeur est déterminée par l'équation de condition

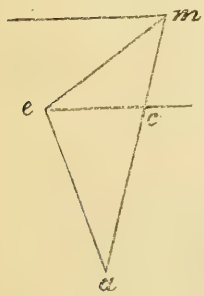
$$(7). \quad h' = \frac{1 - t^2 \cos^2 \varepsilon}{t^2 \cos^2 \varepsilon} z = \frac{2\gamma}{\Pi \operatorname{tg} \varphi} \frac{1 - t^2 \cos^2 \varepsilon}{t^2 \cos^2 \varepsilon} \ (*),$$

(*) En désignant par τ le complément de l'angle φ, on trouve aisément

$$t \cos \varepsilon = \frac{\sin \frac{\tau + \varepsilon}{2}}{\cos \frac{\tau - \varepsilon}{2}}$$

et, par suite,

$$h' = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\sin \tau \cos \varepsilon}{\sin^2 \frac{\tau + \varepsilon}{2}}.$$



(*Fig.* 13bis.)

On parvient à ce même résultat d'une manière plus directe et plus simple en opérant comme il suit :

Soit *ea* (*fig.* 13bis) la longueur pour laquelle le point *n* tombe en *e*. Par construction, les angles *eam*, *mec* sont égaux entre eux et à $\frac{\tau + \varepsilon}{2}$; on a d'ailleurs $\widehat{ema} = \varphi$. De là résulte

$$z = em \sin \frac{\tau + \varepsilon}{2}, \quad h' = ae \cos \varepsilon, \quad ae = em \frac{\cos \tau}{\sin \frac{\tau + \varepsilon}{2}},$$

Il vient donc :

et l'on peut écrire, en conséquence,

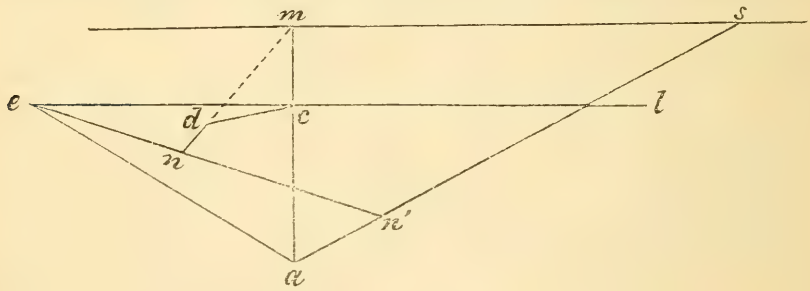
$$(8). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad en = t^2 (h - h') \cos \varepsilon.$$

De là résulte

$$(9). \quad . \quad . \quad Q = \frac{\Pi h}{2} \cdot en = \frac{\Pi t^2 h}{2} (h - h') \cos \varepsilon.$$

On voit ainsi comment se déterminent, dans le cas particulier traité ci-dessus, d'une part, la hauteur h' sur laquelle le massif se maintient de lui-même en équilibre; d'autre part, la poussée *maximum* exercée sur la paroi *ae* pour une hauteur quelconque h supérieure à h'.

XIV. Reprenons la question précédente en opérant comme M. Poncelet, c'est-à-dire en tenant compte du frottement qui se développe le long de la paroi *ae*, et en supposant la droite *el* inclinée d'une manière quelconque.



(*Fig.* 14.)

Pour plus de généralité, nous admettrons, en outre, que le massif peut être cohérent.

$$h' = z \frac{ae}{em} \frac{\cos \varepsilon}{\sin \frac{\tau + \varepsilon}{2}} = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\sin \tau \cos \varepsilon}{\sin^2 \frac{\tau + \varepsilon}{2}}$$

et ce résultat s'accorde avec la solution générale exposée n° X, pour l'équilibre d'un massif coupé latéralement.

Désignons par α l'angle que la droite *el* fait avec l'horizontale, et par φ' l'angle du frottement relatif au glissement des terres sur la paroi *ae*.

Les forces à considérer sont les mêmes que tout à l'heure. La seule différence consiste en ce qu'au lieu d'être perpendiculaire à la droite *ae*, la force Q fait avec cette droite un angle égal à $\frac{\pi}{2} + \varphi'$.

Procédons comme au n° XIII, en faisant tourner le système des quatre forces Q, P, T′, N′, non plus d'un angle droit seulement, mais de l'angle $\frac{\pi}{2} + \alpha$. Après cette rotation, les quatre forces à considérer sont représentées respectivement :

P par *ec;*

T′ par *cd*, l'angle *dcm* étant égal à $\frac{\pi}{2} + \alpha$;

N′ par *dn*, l'angle *dmc* étant égal à $\varphi - \alpha$;

Q par *en*, l'angle *aen* étant égal à $\varphi' + \alpha$.

Les équations (1) et (3) du n° XIII restant les mêmes, l'équation (2) change et devient

$$em = cd. \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right)}{\sin(\varphi - \alpha)} = \frac{cd. \cos\varphi}{\sin(\varphi - \alpha)},$$

ce qui donne pour la distance z comprise entre la droite *el* et la parallèle à cette droite menée par le point *m*.

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad z = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\cos\varphi}{\sin(\varphi - \alpha)} = \text{const.}$$

Il suit de là que, pour toute ligne de rupture partant de *a*, le point *m* reste sur une même droite *ms*, parallèle à *el*, et qu'en conséquence, la solution cherchée est fournie par le théorème fondamental exposé n° II.

Par le point a menons une droite an' qui coupe la droite en sous l'angle $an'e = \varphi - \alpha$.

Soit s le point où la droite an' vient rencontrer la droite ms. Conformément au corollaire 2 du n° III, il faut prendre

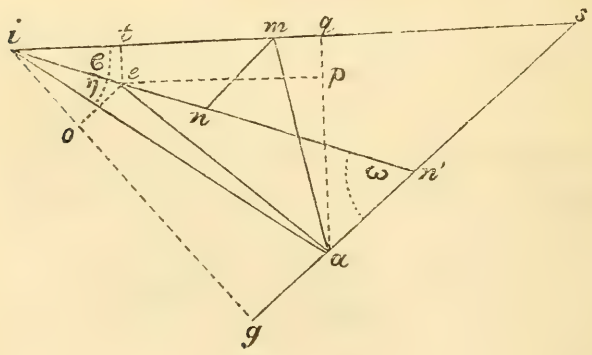
$$(2). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \overline{sm}^2 = sa.\ sn'$$

et dès lors tout est résolu.

Supposons le point m déterminé par l'équation (2). A la direction acm correspond la plus grande longueur du segment en, et, par conséquent, aussi la plus grande poussée du massif sur la paroi ae. Soit Q cette poussée *maximum ;* elle a pour mesure

$$(3). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad Q = \frac{\Pi h}{2} \cdot en.$$

XV. Cherchons l'expression numérique de la longueur



(*Fig.* 15.)

en, et pour faciliter les applications ultérieures, opérons d'une manière générale.

Étant donnés le triangle ais et la droite in' (*fig.* 15), les

points m et n sont déterminés, le premier par la distance sm prise égale à $\sqrt{sa, sn'}$; le second, par la rencontre des droites in' et mn, la droite mn étant assujettie à faire avec la droite ma l'angle $nma = in'a$.

Cela posé, il s'agit de trouver l'expression du segment in.

Désignons par θ, η, ω, les angles sin', $n'ia$, $an'i$. On a d'abord

$$(1).\ sa = si\,\frac{\sin(\theta+\eta)}{\sin(\omega+\eta)},\quad sn' = si.\,\frac{\sin\theta}{\sin\omega},\quad si = ia.\,\frac{\sin(\omega+\eta)}{\sin(\omega-\theta)},$$

De là résulte

$$(2).\ \ .\ \ .\ sm = \sqrt{sa.sn'} = si\sqrt{\frac{\sin\theta\sin(\theta+\eta)}{\sin\omega.\sin(\omega+\eta)}}$$

et, par suite,

$$(3).\ im = si - sm = ia\,\frac{\sin(\omega+\eta)}{\sin(\omega-\theta)}\left[1-\sqrt{\frac{\sin\theta\sin(\theta+\eta)}{\sin\omega.\sin(\omega+\eta)}}\right].$$

On sait, et d'ailleurs on voit aisément que le quadrilatère $mnan'$ est inscriptible dans une circonférence de cercle, tangente en m à la droite is. Il s'ensuit qu'on peut écrire

$$(4).\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ in = \frac{\overline{im}^2}{in'},$$

et comme on a

$$(5).\ .\ .\ .\ .\ .\ in' = ia\,\frac{\sin(\omega+\eta)}{\sin.\omega},$$

on déduit aisément des égalités (3), (4), (5), la relation

cherchée

$$(6).\quad in = ia\left[\frac{\sqrt{\sin\omega\sin(\omega+\eta)} - \sqrt{\sin\theta.\sin(\theta+\eta)}}{\sin(\omega-\theta)}\right]^2. \quad (^*)$$

Du point i abaissons sur sa la perpendiculaire ig et représentons-la par q. Soit d'ailleurs $p = aq$ la perpendiculaire abaissée du point a sur la droite is. Les triangles iag, iaq donnent

$$\sin(\omega+\eta) = \frac{q}{ia}, \quad \sin(\theta+\eta) = \frac{p}{ia}.$$

De là résulte, en substituant dans l'équation (6),

$$(7).\quad . \quad . \quad . \quad in = \left[\frac{\sqrt{q\sin\omega} - \sqrt{p\sin\theta}}{\sin(\omega-\theta)}\right]^2.$$

Considérons un point e situé sur in' et déterminé comme au n° XIV. La distance de ce point à la droite is étant représentée par z, on a d'abord

$$(8).\quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad p = h + z$$

(*) Une transformation, facile à vérifier, permet d'écrire l'équation (b) sous la forme suivante :

$$in = ia\left[\frac{\sin(\theta+\omega+\eta)}{\sqrt{\sin\omega\sin(\omega+\eta)} + \sqrt{\sin\theta\sin(\theta+\eta)}}\right]^2.$$

Dans le cas du parallélisme des droites is, an', on déduit de là

$$in = \frac{ia}{4}\,\frac{\sin^2(2\theta+\eta)}{\sin\theta\sin(\theta+\eta)}.$$

Ce dernier résultat s'établit, d'ailleurs, directement sans la moindre difficulté.

h étant la perpendiculaire ap abaissée du point a sur la droite ep menée par le point e parallèlement à is.

Du point e abaissons deux perpendiculaires, l'une eo sur ig, l'autre et sur is. La comparaison des triangles ioe, ite donne

$$(9). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad io = et. \frac{\sin \omega}{\sin \beta} = z \frac{\sin \omega}{\sin \beta}.$$

Désignons par ε l'angle que la droite ea fait avec la verticale : α étant l'angle que la droite is fait avec l'horizontale, ou, ce qui revient au même, l'angle que la droite apq fait avec la verticale, il s'ensuit que l'angle eap est égal à $\varepsilon - \alpha$. D'un autre côté, l'angle des droites aq, ig est le même que celui des droites as, is, c'est-à-dire $\omega - \beta$. On voit donc que l'angle des droites ea, ig, a pour expression la différence $\omega - \beta - (\varepsilon - \alpha)$. On déduit de là les deux relations

$$og = ea \cos(\omega + \alpha - \beta - \varepsilon), \quad ap = h = ea \cos(\varepsilon - \alpha)$$

et, par suite,

$$(10). \quad . \quad . \quad . \quad og = h \frac{\cos(\omega - \beta + \alpha - \varepsilon)}{\cos(\varepsilon - \alpha)}.$$

Les équations (9) et (10), ajoutées membre à membre, donnent

$$(11). \quad . \quad . \quad q = z \frac{\sin \omega}{\sin \beta} + h \frac{\cos(\omega - \beta + \alpha - \varepsilon)}{\cos(\varepsilon - \alpha)}.$$

XVI. Veut-on appliquer les résultats qui précèdent à la détermination numérique des grandeurs introduites dans la solution du n° XIV? On doit remplacer ω par $\varphi - \alpha$, β par $\frac{\pi}{2} - (\varepsilon + \varphi')$, z par $\frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\cos \varphi}{\sin(\varphi - \alpha)}$.

Les quantités p et q prennent alors les valeurs suivantes :

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \begin{cases} p = h + \dfrac{2\gamma}{\Pi} \dfrac{\cos.\varphi}{\sin(\varphi - \alpha)}, \\ q = \dfrac{2\gamma}{\Pi} \dfrac{\cos.\varphi}{\cos(\varepsilon + \varphi')} + h \dfrac{\sin(\varphi + \varphi')}{\cos(\varepsilon - \alpha)}. \end{cases}$$

On a ensuite

$$(2). \quad . \quad . \quad in = \left[\frac{\sqrt{q \sin(\varphi - \alpha)} - \sqrt{p \cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)} \right]^2$$

et en même temps

$$ie = \frac{z}{\sin \mathcal{E}} = \frac{z}{\cos(\varepsilon + \varphi')} = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\cos.\varphi}{\sin(\varphi - \alpha).\cos(\varepsilon + \varphi')}.$$

De là résulte en général

$$(3). \quad . \quad . \quad en = in - ie = \left[\frac{\sqrt{q \sin(\varphi - \alpha)} - \sqrt{p \cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)} \right]^2 - \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\cos \varphi}{\sin(\varphi - \alpha) \cos(\varepsilon + \varphi')}.$$

Dans le cas ordinaire des applications, la cohésion γ étant supposée nulle, il vient plus simplement

$$(4). \; en = \frac{h}{\cos(\varepsilon - \alpha)} \cdot \left[\frac{\sqrt{\sin(\varphi - \alpha)\sin(\varphi + \varphi')} - \sqrt{\cos(\varepsilon - \alpha)\cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)} \right]^2.$$

On a d'ailleurs

$$en' = ea \frac{\sin(\omega + \eta)}{\sin \omega} = h \frac{\sin(\omega + \eta)}{\sin \omega . \sin(\mathcal{E} + \eta)}$$

et, remplaçant les angles ω, β, η, par leurs valeurs respectives $\varphi - \alpha$, $\frac{\pi}{2} - (\varepsilon + \varphi')$, $\varphi' + \alpha$

$$en' = h \frac{\sin(\varphi + \varphi')}{\sin(\varphi - \alpha)\cos(\varepsilon - \alpha)}.$$

On déduit de là

$$\overline{em}^2 = en.en' = h^2 \frac{\sin(\varphi + \varphi')}{\sin(\varphi - \alpha)\cos^2(\varepsilon - \alpha)} \times$$
$$\times \left[\frac{\sqrt{\sin(\varphi - \alpha)\sin(\varphi + \varphi')} - \sqrt{\cos(\varepsilon - \alpha)\cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)}\right]^2$$

et désignant par t le rapport de la base em à la hauteur h.

$$(5).\quad t = \frac{\sqrt{\sin(\varphi - \alpha)\sin(\varphi + \varphi')} - \sqrt{\cos(\varepsilon - \alpha)\cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varepsilon - \alpha)\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)} \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \varphi')}{\sin(\varphi - \alpha)}}.$$

Le rapport de la base du prisme de plus grande poussée à sa hauteur étant ainsi déterminé, on peut écrire

$$en = \frac{\overline{em}^2}{en'} = t^2.h.\frac{\sin\omega.\sin(\beta + \eta)}{\sin(\omega + \eta)}$$

ou, ce qui revient au même,

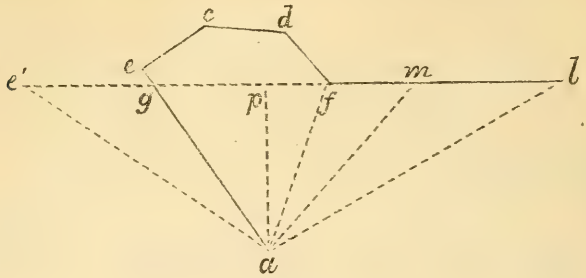
$$(6).\quad . \quad . \quad . \quad en = t^2 h \frac{\sin(\varphi - \alpha)\cos(\varepsilon - \alpha)}{\sin(\varphi + \varphi')},$$

De là résulte

$$(7).\quad . \quad . \quad Q = \frac{\Pi t^2 h^2}{2} \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)\cos(\varepsilon - \alpha)}{\sin(\varphi + \varphi')}.$$

XVII. Considérons, en dernier lieu, le cas d'un massif

dont le profil est limité supérieurement par une ligne



(*Fig.* 16.)

brisée *ecdfl*. Pour ramener ce cas aux précédents, il suffit d'un simple artifice que nous empruntons à M. Poncelet.

Supposons que la ligne de plus facile rupture vienne aboutir quelque part en *m* sur le segment *fl*. Nous prolongeons la droite *lf*, d'abord jusqu'en *g*, où elle vient couper la paroi *ea*, ensuite jusqu'en *e'*, de manière à former un triangle *e'af* équivalent en poids au polygone *aecdfa*.

Cela fait, il est visible que, pour toute ligne de rupture comprise entre les droites *af*, *al*, le profil *ae'l* peut être substitué au profil primitif, sans qu'il en résulte aucune modification dans les conditions d'équilibre. Or, dans le profil *ae'l*, la ligne supérieure *e'l* est droite; on est donc ramené à l'un des cas traités précédemment, et la question peut être considérée comme résolue pour toute ligne de rupture aboutissant quelque part en *m* sur le segment *fl*.

La solution qui vient d'être indiquée peut donner pour ligne de plus facile rupture une droite située à gauche de la droite *af*. Il s'ensuit alors que, *relativement au segment fl*, la droite *af* est la ligne de plus facile rupture, et il y a lieu d'examiner si cette droite remplit la même condition par rapport au segment *df*. Cette nouvelle recherche se fait comme la première, en opérant sur le segment *df* de

la même manière qu'on l'a fait d'abord sur le segment fl.

Dans l'hypothèse où la ligne de plus facile rupture tombe quelque part en m sur le segment fl, et où la cohésion du massif est considérée comme nulle, si l'on désigne par p le pied de la perpendiculaire h, abaissée du point a sur la droite $e'l$, et qu'on applique la formule (7) du n° XV, il vient d'abord

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad e'n = \left[\frac{\sqrt{q \sin \omega} - \sqrt{p \sin \beta}}{\sin(\omega - \beta)}\right]^2.$$

On a ensuite

$$(2). \quad . \; p = h, \quad q = h. \frac{\cos(\omega - \beta - \varepsilon + \alpha)}{\cos(\varepsilon - \alpha)} + e'g . \sin(\omega - \beta).$$

Cela posé, si l'on désigne par a^2 le produit constant $h. e'g$, et qu'on remplace les angles ω, β par leurs valeurs respectives $\varphi - \alpha$, $\frac{\pi}{2} - (\varepsilon + \varphi')$, on peut écrire

$$(3). \quad . \; q = h \frac{\sin(\varphi + \varphi')}{\cos(\varepsilon - \alpha)} + \frac{a^2}{h} \cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha),$$

$$(4). \quad . \quad en' = \left[\frac{\sqrt{q \sin(\varphi - \alpha)} - \sqrt{h \cos(\varepsilon + \varphi')}}{\cos(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \alpha)}\right]^2.$$

$$(5). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad Q = \frac{\Pi h}{2} en'.$$

L'action Q exercée sur la paroi ea, pour le prisme de plus grande poussée, se trouve ainsi déterminée numériquement.

XVIII. Les solutions exposées dans les numéros qui précèdent s'étendent d'elles-mêmes au cas d'une charge

supérieure uniformément répartie. Elles s'étendent également au cas d'une paroi résistante composée de plusieurs plans distincts.

Pour tenir compte d'une charge supérieure uniformément répartie et représentée par μ pour l'unité de surface, il suffit de substituer à Π la somme $\Pi + \frac{2\mu}{h}$. Cela résulte de ce que le facteur à introduire dans l'expression linéaire des forces considérées devient $\frac{\Pi h}{2} + \mu$ au lieu de $\frac{\Pi h}{2}$.

En ce qui concerne le cas d'une paroi composée de plusieurs plans distincts, montrons par un exemple comment peut se faire cette extension nouvelle.

Soit *eac* une paroi plane composée de deux parties *ea*, *ac*, admettant chacune un coefficient particulier de frottement.

Soient Q_1, Q_2 les forces nécessaires pour maintenir, l'une le segment *ea*, l'autre le segment *ac* contre la poussée du massif. On connaît d'avance la direction de ces forces, et il s'agit d'en déterminer la grandeur.

Considérons d'abord la force Q_1. On opère sur le segment *ea*, comme s'il subsistait seul, et rien n'est changé dans l'application des procédés décrits ci-dessus.

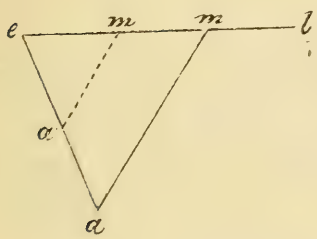
Considérons ensuite la force Q_2. On opère sur la paroi totale *eac*. La force Q_1 étant connue en grandeur, ainsi qu'en direction, on la porte sur une droite menée à partir du point pris pour origine de la force P. Cela fait, tout s'achève d'après le procédé général, la seule modification consistant à prendre pour origine de la force Q_2, non plus l'origine de la force P, mais bien l'extrémité du segment sur lequel on a porté déjà la force Q_1.

XIX. Supposons connue la poussée que supporte une paroi plane pressée par un massif, et cherchons le point

d'application de cette poussée en nous bornant aux cas les plus simples.

Reportons-nous d'abord au n° XVI. La valeur de Q, dans l'hypothèse d'une cohésion nulle, est donnée par l'équation

$$(1). \quad . \quad . \quad . \quad Q = \frac{\Pi t' h^2}{2} \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)\cos(\varepsilon - \alpha)}{\sin(\varphi + \varphi')}.$$



(*Fig.* 17.)

Soit a' un point mobile, à partir du point e, sur la paroi ea. Pour appliquer la formulle (1) au segment ea', il suffit d'y considérer h comme une quantité variable, qui représente, pour chaque position du point a', la perpendiculaire abaissée de ce point sur la droite em.

Cela posé, voici les conséquences :

1° Le triangle eam étant pris pour représenter la poussée exercée sur la paroi totale ea, le triangle semblable $ea'm'$ représente celle qui correspond au segment ea'.

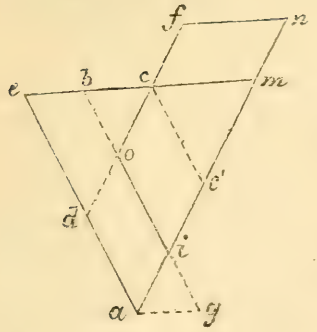
2° Une relation facile à saisir s'établit entre le point d'application de la poussée, Q sur la paroi ea et le centre de gravité du triangle eam. Cette relation consiste en ce que ces deux points sont sur une même droite parallèle au côté ma.

3° Le point d'application de la poussée Q est situé, sur ae, à une distance du point a égale au tiers de la longueur ea.

XX. Reportons-nous maintenant au n° XIII. La valeur donnée pour Q par l'équation (9) peut s'écrire comme il

suit :

$$Q = \Pi t^2 \cos \varepsilon \cdot \left(\frac{h^2}{2} - \frac{hh'}{2}\right).$$



(*Fig.* 18.)

Construisons le triangle *eam*, de manière que la base *em* y soit égale à la hauteur *h*. Prenons $eb = bc = \frac{h'}{2}$, et par les points *b*, *c* menons les droites *big*, *cod* respectivement parallèles, la première à *ea*, la seconde à *ma*. Les triangles *aig*, *boc* étant égaux, on voit aisément que la pression exercée par le massif n'agit sur la paroi *ea* qu'à partir du point *d* et que, pour toute position du point *a* prise au delà de *d*, elle est proportionnelle à l'aire du trapèze *coim*. De là résulte, ainsi qu'on l'a vu tout à l'heure, la conclusion suivante :

Le point d'application de la poussée sur la paroi ea *correspond au centre de gravité du trapèze* coim, *ce point et ce centre se trouvant tous deux sur une même droite parallèle à la base* im :

Menons par le point *c* la droite *cc'* parallèle à *oi*. Le trapèze *coim* est ainsi décomposé en un parallélogramme *coic'* et un triangle *cc'm*, ayant respectivement pour mesure, le premier $(h - h')\frac{h'}{2}$, le second $\frac{(h-h')^2}{2}$. Soit x la distance au point *a* du point d'application de la force Q sur *ae*, on a évidemment

$$x(h-h')\left(\frac{h'}{2} + \frac{h-h'}{2}\right) = \frac{x(h-h')h}{2} = \frac{(h-h')h'}{2} \cdot \frac{ad}{2} + \frac{(h-h')^2}{2}\frac{ad}{3}.$$

On déduit de là

$$x = \frac{ad}{h} \frac{2h + h'}{6},$$

et remplaçant ad par sa valeur $ae \frac{h - h'}{h}$,

$$x = \frac{ae}{6} \frac{(h - h')(2h + h')}{h^2} = \frac{(h - h')(2h + h')}{6h \cos \varepsilon}.$$

Dans le cas d'une charge uniformément répartie sur la face supérieure du massif et égale à μ pour l'unité de surface, on doit remplacer Π par $\Pi + \frac{2\mu}{h}$, et h' par h'', en posant

$$h'' = h' - \left(\frac{2\mu}{\Pi}\right).$$

Il en résulte

$$Q = \Pi t^2 \cos \varepsilon \frac{h - h''}{2} \left(h + \frac{2\mu}{\Pi}\right).$$

S'agit-il ensuite du point d'application de la poussée Q sur la paroi *ea?* On procède, comme tout à l'heure, sauf les modifications suivantes.

Les longueurs *eb*, *bc* sont prises égales à $\frac{h''}{2}$. Les droites *dc*, *am* sont prolongées jusqu'à la droite *fn* menée parallèlement à *em* à la distance $\frac{\mu}{\Pi}$. L'aire du parallélogramme *cfnm* ayant pour mesure le produit $(h - h'')\frac{\mu}{\Pi}$, il s'ensuit qu'il ne reste plus qu'à substituer le trapèze *foin* au trapèze *coim* pour rendre la solution qui précède littéralement applicable.

La quantité h'' peut être nulle ou négative. Lorsqu'elle est nulle, le point *c* se confond avec le point *e;* lors-

qu'elle est négative, le point c tombe à gauche du point e.

On observera que la pression du massif sur la paroi ae commence à partir du point d ou à partir du point e, selon que la quantité h'' est positive ou négative. Lorsqu'on ne prend pas garde à ces conditions diverses, on ne parvient point aux résultats qu'on devrait obtenir, et l'on s'expose à voir des anomalies là où, en réalité, il n'en existe point (*).

Huitième question.

Butée des terres contre une paroi plane.

XXI. Soit ae une paroi plane pressée contre un massif de terre et exerçant sur ce massif un effort Q dont on connaît la direction. On demande la valeur *maximum* que la force Q peut atteindre sans rompre le massif, la rupture tendant à se produire par glissement et pouvant avoir lieu suivant un plan quelconque mené par l'arête inférieure de la paroi ae.

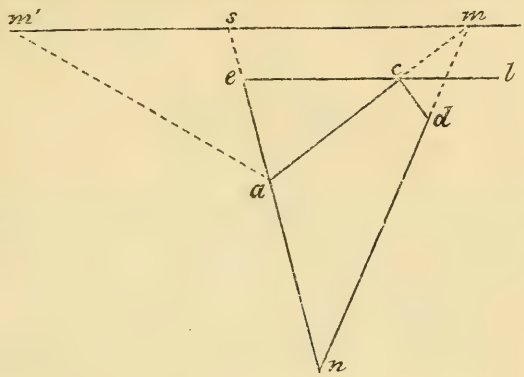
Tel est le problème de la butée des terres, exposé pour la première fois par M. Poncelet. On voit aisément que ce problème peut et doit se résoudre comme celui de la poussée, rien n'étant changé, si ce n'est les directions relatives d'une ou plusieurs des forces désignées ci-dessus par les lettres Q, T', N'.

Dans le cas du n° XIII, s'il s'agit de la butée au lieu de la poussée, la réaction T' change de sens et l'angle φ de signe. Il en résulte qu'à la figure 15 se substitue la figure 19, les droites cd, md se trouvant placées au-dessous de

---

(*) Voir M. Prony (*Poussée des terres*) et M. Navier (*Résumé des leçons données à l'École des ponts et chaussées*).

cm précisément comme elles l'étaient au-dessus (*). La so-



(*Fig.* 19.)

lution cherchée s'obtient en menant la droite *am'* de manière que l'angle *am'm* soit égal à φ. La ligne de plus facile rupture est la droite *am* dirigée suivant la bissectrice de l'angle *nam'*. Le prisme correspondant au triangle *eac* est dit *prisme de moindre butée*. La plus grande valeur que la force Q puisse atteindre sans déterminer la rupture du massif est exprimée par la relation

$$Q = \frac{\Pi h}{2} \cdot en.$$

Le prisme de moindre butée se substituant au prisme de plus grande poussée, le rapport désigné pour celui-ci par t prend une autre valeur. Soit t_1 cette valeur, on trouve très-simplement

$$t_1 \cos \varepsilon = \frac{\cos \frac{\tau - \varepsilon}{2}}{\sin \frac{\tau + \varepsilon}{2}} = \frac{1}{t \cos \varepsilon}.$$

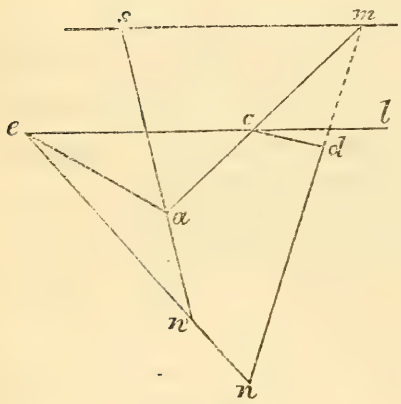
(*) Les angles *dcm*, *cmd* sont l'un droit, l'autre égal à φ.

On a de même, en désignant par h_1 la valeur de h qui correspond à celle que nous avons représentée d'abord par h' :

$$h_1 = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\sin \tau \cos \varepsilon}{\cos^2 \frac{\tau - \varepsilon}{2}}.$$

De là résulte

$$Q = \frac{\Pi t_1^2}{2} h (h + h_1) \cos \varepsilon.$$



(*Fig.* 20.)

XXII. Considérons encore le cas traité n° XIV et supposons qu'il s'agisse de la butée au lieu de la poussée du massif. Les angles φ, φ' changeant de signe et la force T' de sens, la figure 20 se substitue à la figure 14.

Dans la nouvelle figure, la droite *en* est au-dessous de la droite *ea*, la droite *md* au-dessous de la droite *mc*. L'angle *aen* est égal à $\varphi' - \alpha$; l'angle *cmd* à $\varphi + \alpha$; l'angle *mcd* à $\frac{\pi}{2} - \alpha$. Il en résulte que la distance z du point *m* à la droite *ecl* a pour expression

$$z = \frac{2\gamma}{\Pi} \frac{\cos \varphi}{\sin (\varphi + \alpha)}.$$

Soit *n'as* une droite menée par le point *a*, de manière à couper la droite *en* sous l'angle $an'e = \varphi + \alpha$. *s* étant le

point de rencontre de cette droite avec la droite *ms* menée par le point *m* parallèlement à *el*, supposons le point *m* déterminé, par rapport au point *s*, par l'équation de condition

$$\overline{sm}^2 = sa.sn'.$$

Cela posé, le prisme de moindre butée correspond au triangle *ace* et le reste s'achève comme au n° XIV.

On voit suffisamment par ce qui précède comment les solutions, obtenues d'abord pour les différents cas de la poussée d'un massif contre une paroi plane, s'étendent d'elles-mêmes au cas de la butée.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

XXII. Les questions traitées dans cette note comprennent les objets suivants :

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique encastré horizontalement et sollicité par un poids.

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique chargé d'un poids.

Section de rupture et résistance d'un solide prismatique pesant et chargé d'un poids.

Équilibre d'un massif coupé latéralement.

Équilibre d'un massif sollicité latéralement.

Poussée des terres contre une paroi plane.

Butée des terres contre une paroi plane.

Ces diverses questions se résolvent toutes par l'application d'un seul et même théorème de géométrie élémentaire. Le lecteur observera que si l'on s'en tient à la solution géométrique, tout se réduit à des résultats d'une extrême

simplicité et n'exigeant que le tracé d'un très-petit nombre de lignes. Parmi ces résultats, il en est plusieurs que nous croyons nouveaux et qui nous paraissent curieux, soit en eux-mêmes, soit par l'accord qu'ils présentent avec les faits expérimentaux. La complication inhérente aux problèmes résolus n'apparaît que dans la traduction numérique des relations qui s'établissent entre les lignes sur lesquelles on opère et celles qui représentent les solutions cherchées.

—

— M. De Koninck fait une communication verbale relative à différents fossiles dont il est fait mention dans le travail de M. Scohy; il en présente plusieurs exemplaires, ainsi que quelques autres qui ne sont pas mentionnés dans le travail soumis à la classe.

M. de Selys-Longchamps fait, de son côté, différentes observations sur la découverte des fossiles trouvés à Saint-Nicolas.

Séance du 11 mai 1860.

M. Van Beneden, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius, Sauveur, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. du Bus, Nyst, Nerenburger, Gluge, Melsens, Schaar, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, d'Udekem, *membres;* Spring, Schwann, Lacordaire, Lamarle, *associés;* Maus, Donny, Gloesener, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

—

M. le Ministre de l'intérieur demande quelques nouveaux renseignements sur la répartition du prix de 5,000 francs, destinés à différents concours dans le domaine des sciences physiques et mathématiques et en remplacement du prix quinquennal non décerné.

— MM. de Selys-Longchamps, Dewalque, Ad. Quetelet, Émile Rodigas, Husson, Bernardin et Maas communiquent les observations qu'ils ont faites récemment pour l'étude des phénomènes périodiques des plantes et des animaux.

Les observations météorologiques faites en Angleterre, à Madrid, à Lisbonne et à Rome sont également communiquées à l'Académie.

— M. A.-J. Maas, professeur au collége de la Paix, à Namur, transmet quelques nouvelles observations concernant l'état de l'atmosphère le 19 février 1860, pendant l'orage qui a frappé 26 églises dans le royaume. « Le vent le plus violent, dit-il, s'est fait sentir à Bruxelles, à 7 heures du soir; il ne s'est produit à Namur qu'une heure plus tard. C'est donc dans des circonstances atmosphériques pareilles que les deux élévations ont eu lieu; c'est-à-dire quand la violence des vents s'est calmée... Le tonnerre n'a éclaté qu'un peu avant 9 heures du soir; et, un peu après, le ciel était très-resplendissant. Cette lueur ne peut être attribuée à la lune, qui était couchée depuis long-

temps, ni à l'éclat des réverbères de la ville. Je crois pouvoir l'appliquer à l'état électrique des flocons de neige; il n'y a eu ici aucun dégât. »

RAPPORTS.

Sur une découverte d'ossements fossiles; notice de M. le docteur Scohy.

Rapport de M. Nyst.

« M. Scohy, docteur en sciences naturelles et médecin de bataillon de l'armée belge, actuellement en garnison à Lierre, a présenté à la classe une notice fort intéressante sur les ossements fossiles découverts en cette ville, le 28 février dernier, notice que nous avons été chargé d'examiner conjointement avec nos honorables confrères, MM. De Koninck et Van Beneden.

Ce travail, qui est accompagné de six planches, représentant presque tous les objets les mieux conservés, est divisé en deux sections : dans la première, l'auteur décrit les dents et dans la seconde, les divers ossements recueillis.

D'après M. Scohy, quatre grosses dents constitueraient les deux premières et les deux dernières mâchelières de l'*Elephas mammouteus*, Cuv., ou l'*Elephas primigenius*, Blum. L'une des plus petites mâchelières a été représentée pl. I, fig. 1.

Un fragment en cône tronqué, mesurant 45 centimètres, semble devoir être une défense ayant appartenu à un élé-

phant femelle, tandis que d'autres débris appartiendraient à une défense d'éléphant mâle de la plus grande dimension. Ces objets, étant trop brisés, n'ont pu être figurés.

La planche II, fig. 1 et 2, représente dans ses différentes faces, une dent, sixième molaire inférieure gauche, supérieurement conservée, appartenant au genre rhinocéros, que l'auteur rapporte au *R. megarhinus*.

Une dent figurée pl. III, fig. 1-4, est une quatrième molaire de la mâchoire gauche du cheval, et enfin les deux dernières (figurées pl. IV, fig. 1 et 2) sont une dent canine et une molaire que l'auteur pense devoir rapporter au genre *Canis* (chien), et qui ont, en outre, beaucoup d'analogie avec les genres *Pterodon* et *Lyenodon*. Elles ont, d'après M. Scohy, une grande affinité avec le *Canis familiaris*.

Parmi les ossements qui font l'objet de la seconde section, l'auteur décrit un os iliaque d'une pesanteur extraordinaire qu'il dit être un tiers plus grand que celui de l'éléphant moderne. Une tête de fémur, une première phalange d'un doigt (figurée pl. I, fig. 2, réduite à 1/6), un radius (pl. I, fig. 3, à la même réduction). Dix fragments de côtes, dont l'une semble avoir appartenu à la première, et enfin un grand nombre de débris du crâne et les articulations temporo-maxillaires, etc.

D'après M. Scohy, tous ces débris auraient appartenu au même squelette qu'il rapporte, sans hésiter, à un mammouth de la plus grande puissance, et qui n'aurait pas acquis l'extrême limite de son développement.

Deux humérus droits provenant de deux individus adultes et un humérus gauche d'un individu jeune, se rapportent également au genre *Elephas*. La planche I, fig. 4, représente l'un de ces humérus réduit à 1/6.

Trois extrémités d'os sont considérées par l'auteur comme des humérus de rhinocéros différents. (*Voir* pl. V, fig. 4 et 5, réduits à 1/8).

Un os d'environ 25 centimètres et de la grosseur d'un humérus humain, semble être le radius et le cubitus soudés ensemble du *Cervus primigenius*. (*Voir* pl. VI, fig. 1.)

La planche V, fig. 1 et 2, montre : 1° l'extrémité inférieure d'un humérus du même animal que ci-dessus; 2° une vertèbre cervicale répondant à la quatrième du même animal; 3° un fragment de bois de cerf d'un demi-mètre et fracturé au sommet, figuré pl. VI, fig. 2.

Enfin, d'après l'étude qu'a faite M. Scohy de ces différents objets, il pense qu'ils appartiennent à huit individus différents, représentant cinq espèces, qui sont les suivantes :

1° *Elephas primigenius ;* 2° *Rhinoceros megarhinus ;* 3° *Equus fossilis ;* 4° *Canis familiaris* (l'espèce est douteuse) et 5° *Cervus primigenius.*

A la suite de son travail descriptif et de la détermination de ces objets, M. Scohy s'occupe de la question géologique, c'est-à-dire celle de la nature du terrain dans lequel ils ont été trouvés enfouis. Il pense, d'après l'ensemble des caractères, qu'il a pour base le terrain *diestien*, lequel serait remanié ou plutôt altéré par le mélange des terrains plus récents.

Si, d'un autre côté, nous consultons les travaux importants de Cuvier, nous trouvons que l'on connaît depuis longtemps les éléphants fossiles de Belgique, et que le savant Van Gorp a combattu, dès le XVIme siècle, les préjugés qui faisaient attribuer à des géants des os et des dents d'éléphants trouvés anciennement aux environs d'Anvers, tout aussi bien qu'aujourd'hui on les qualifie encore, à

Lierre, *d'os de monstres marins.* Il dit, en outre, que Van Gorp parle aussi des os de deux éléphants déterrés près de Vilvorde. Jean Lauerentzen rapporte l'histoire d'un squelette déterré à Bruges en 1643.

De Burtin, dans sa *Dissertation sur les révolutions de la surface du globe*, couronnée à Harlem en 1787, annonce qu'il possède une dent d'éléphant découverte en Brabant, et ajoute qu'une très-grande tête fossile appartenant au même genre a été retirée d'une rivière, à 2 lieues de Louvain.

De Limbourg (1) parle aussi d'os d'éléphants fossiles trouvés dans les Flandres. Cuvier cite des fragments de défenses recueillies dans les couches supérieures et meubles de Saint-Pierre, près de Maestricht.

D'après les recherches de Morren (2), les environs d'Ostende, les communes de Tamise, de Melsbroeck et de Niel ont offert aussi de nombreuses et curieuses trouvailles en ossements d'éléphants.

Notre savant et modeste confrère et ami Crahay, que la mort a enlevé trop tôt aux sciences, annonce, en 1836, à l'Académie (3), qu'en creusant le canal de *Zuitwillemsvaart*, on a trouvé, en traversant le *Caberg*, dans le hameau de Smeermaas, une quantité immense de débris d'éléphants et de rhinocéros. L'on y a constaté depuis des débris de *Cervus*, d'*Elephas primigenius*, de l'*Equus adamaticus* et des dents molaires du *Bos primigenius*.

En 1840, notre savant confrère M. d'Omalius d'Hal-

---

(1) *Mémoires de l'Académie*, vol. I, p. 410.

(2) *Bulletins de l'Académie royale des sciences et belles-lettres*, t. I, p. 152. 1835; in-8°.

(3) *Ibid.*, t. III, p. 43. 1836; in-8°.

loy (1), présente à l'Académie un rapport sur une lettre adressée à cette compagnie par M. Biver, médecin, qui annonce qu'aux environs d'Ettelbruck, dans la vallée de l'Alzette (Luxembourg), il a recueilli, enfoncées d'environ 2 mètres, dans un dépôt de débris et à 15 décimètres au-dessus du niveau de la rivière, deux défenses qui étaient à 12 centimètres l'une de l'autre, ce qui faisait supposer qu'elles avaient appartenu au même animal. Dans la notice de M. Biver, qui a été insérée ensuite dans le même volume des *Bulletins*, p. 432, l'auteur annonce en outre que, dans les bois de la commune de Nedderkern, à 11 lieues SSO. d'Ettelbruck, il a encore été fait une découverte semblable.

Morren (2) cite encore de Melsbroeck une vertèbre d'un autre pachyderme du genre hippopotame, gisant dans l'argile supérieure.

Il ne sera pas sans intérêt de mentionner ici l'opinion de Cuvier au sujet de l'*Elephas primigenius*. Ses ossements, dit-il, se trouvent en grand nombre dans beaucoup de pays, mais ils sont ordinairement mieux conservés dans le nord que dans le midi de l'Europe; ils ressemblent plus à l'espèce de l'Inde qu'à celle de l'Afrique; se trouvent pour l'ordinaire dans les couches meubles superficielles de la terre et le plus souvent dans les terrains d'alluvion qui remplissent (comme dans notre pays) le fond des vallées, ou bien bordent le lit des rivières (comme à Lierre). Ils n'y sont jamais seuls, ajoute le grand naturaliste, mais mêlés avec les os d'autres qua-

---

(1) *Bulletins de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles*, t. VII, part. 1re, p. 64. 1840; in-8°.

(2) *Revue systématique des nouvelles découvertes d'ossements fossiles faites dans le Brabant.* Gand, 1828; 1 pl.; in-8°.

drupèdes de genres connus, comme ceux de *rhinocéros*, de *bœufs*, d'*antilopes*, et souvent même avec des débris d'animaux marins. Il est permis d'en conclure que le cataclysme qui a enfoui les objets qui font le sujet de ce rapport doit avoir été l'un des plus récents. En effet, les débris dont nous venons d'entretenir la classe n'ont pu être transportés violemment dans cet endroit, puisqu'ils ne sont pas roulés.

Nous rappelons ici avec plaisir que notre confrère et ami feu Galeotti (1), en parlant des restes de l'*Elephas primigenius* trouvés à Melsbroeck, avait déjà, avec sa sagacité habituelle, su distinguer la formation infra-marine dans laquelle on rencontre, à Anvers et à Saint-Nicolas, les vertèbres de cétacés, du dépôt argileux alluvien ancien qui lui est supérieur et qui renferme les ossements et dents qui nous occupent.

En terminant mon rapport, je constate avec plaisir que m'étant rendu avec mon confrère, M. De Koninck, à Lierre, pour voir ces ossements fossiles, nous avons trouvé chez M. le bourgmestre Bergmann, ainsi que chez M. Scohy, tout l'empressement désirable pour nous fournir les renseignements dont nous avions besoin. Je propose donc à la classe : 1° de voter l'impression de l'intéressante notice de M. Scohy, dont le zèle et les connaissances sont dignes d'éloges, et 2° de remercier MM. les bourgmestre et échevins de Lierre, qui n'ont rien négligé pour faire tourner cette découverte au profit de la science. »

---

(1) *Mémoire sur la constitution géologique du Brabant méridional*, p. 18 (1837). (*Mémoires couronnés de l'Académie royale de Bruxelles*, t. XII.)

Rapport de M. De Koninck.

« Au mois de février dernier, un assez grand nombre d'ossements fossiles furent découverts à Lierre et déposés, par les soins des autorités de cette commune, dans un local dépendant de l'hôtel de ville.

M. le docteur Scohy, médecin de garnison à Lierre, s'occupa immédiatement du classement et de l'étude de ces ossements et mit beaucoup de zèle à réunir tous les débris qui avaient été dispersés ou enfouis avant qu'on eût reconnu l'importance de la découverte qui venait d'être faite.

C'est aux démarches actives de ce jeune savant que l'on doit la conservation de plusieurs des pièces qu'il a décrites et figurées dans sa notice.

Je suis d'accord avec lui pour admettre que la majeure partie des ossements découverts appartiennent au *Mammouth*, c'est-à-dire à cette espèce d'éléphant fossile que Blumenbach a désignée sous le nom d'*Elephas primigenius*, quoiqu'elle soit loin d'être celle qui a paru la première à la surface de notre globe et dont les débris se rencontrent dans les terrains d'alluvion de la plupart des contrées de l'Europe.

Je diffère d'opinion avec lui sur quelques-unes des autres déterminations qu'il a faites.

Je doute fort que la dent de *Rhinocéros* qu'il a décrite comme provenant du *Rhinoceros megarhinus*, de Christol, appartienne réellement à cette espèce. Elle m'a paru être au moins aussi rapprochée des dents que M. Owen a figurées, sous le nom de *Rhinoceros Schleiermacheri*, Kaup, parmi celles qui ont été découvertes dans le crag d'eau douce de Sutton et que M. Herman Von Meyer prétend

être identiques avec celles du *Rhinoceros incisivus*, Cuvier.

La dent de cheval que M. Scohy dit provenir de l'*Equus fossilis* n'appartient pas à cette espèce, mais bien réellement à l'*Equus plicidens* de M. Owen; elle est facile à distinguer par la ramification arborescente d'une partie de son émail, ramification que n'offrent pas les dents du cheval ordinaire ni du *cheval fossile*.

Quant à l'espèce de chien dont M. Scohy a figuré un fragment de mâchoire inférieure, mais à laquelle il n'applique positivement aucun nom spécifique, je la crois nouvelle, et je propose de la désigner sous celui de *Canis Liranus*, afin de rappeler le lieu de sa découverte.

Ayant été chargé par M. le Ministre de l'intérieur de recueillir tous les ossements qui ont fourni le sujet du mémoire de M. Scohy et de les déposer au musée d'histoire naturelle de l'État, je n'entrerai pas plus avant dans l'examen de ce travail, parce que je compte moi-même publier le résultat de mes recherches, après que j'aurai terminé les nouvelles fouilles qui seront bientôt entreprises à Lierre, et pour lesquelles M. le Ministre a eu l'obligeance de mettre à ma disposition une somme de 300 francs.

Je ne terminerai cependant pas mon rapport sans faire observer que, parmi les ossements déjà extraits, j'ai reconnu une côte d'une grande espèce de cétacé, dont M. Scohy ne fait pas mention, ce qui élève à *six* le nombre des mammifères trouvés.

Je me rallie néanmoins aux conclusions de mon savant confrère M. Nyst, pour demander avec lui l'impression du mémoire de M. Scohy; mais à la condition que les figures soient dessinées avec une exactitude plus rigoureuse que celle fournie par les figures actuelles.

Je demande, en outre, que des remercîments soient votés :

1° A M. le Ministre de l'intérieur pour la sollicitude et l'empressement avec lesquels il a pris toutes les mesures nécessaires pour conserver les fossiles recueillis et en compléter les débris ;

2° A MM. les bourgmestre et échevins de la ville de Lierre;

3° A M. Lumen, conducteur au corps des ponts et chaussées, chargé de la direction des travaux du canal de dérivation de la Nèthe, sur le trajet duquel les ossements ont été découverts. Ce fonctionnaire a puissamment contribué à la conservation d'une grande partie de ces fossiles ;

4° Enfin, à M. Scohy pour la part qu'il a prise dans toutes ces opérations. »

Rapport de M. Van Beneden.

« Je me rallie avec empressement à l'avis favorable que nos savants confrères viennent d'exprimer sur le mémoire du docteur Scohy. Je dois cependant faire remarquer que, à mon avis, il serait plus prudent de ne pas se prononcer sur le genre auquel se rapporte le fragment de maxillaire de carnassier, rien n'indiquant jusqu'à présent qu'il provienne d'une espèce du genre *Canis*, et ensuite, je ne saurais partager l'avis de notre honorable confrère M. De Koninck au sujet de la détermination de la dent de rhinocéros. Cette dent, nous semble-t-il, se rapporte bien au *Rhinoceros megarhinus* de Christol.

Tous ces ossements de mammifères terrestres, exhibés

à la dernière séance de la classe, ont-ils été enfouis ensemble, à la même place, avec la côte que M. De Koninck considère comme une côte d'une grande espèce de cétacé? Notre savant confrère de Selys-Longchamps, qui s'est rendu le premier sur les lieux, exprime du doute à ce sujet, et nous voyons, du reste, à chaque fouille que l'on fait le long de la Nèthe, ou à chaque rupture de digue, combien ces ossements fossiles sont communs dans le lit de cette rivière. Le musée de Bruxelles possède depuis longtemps plusieurs ossements de rhinocéros trouvés à Duffel, lors des travaux de terrassement du chemin de fer de Malines à Anvers.

D'ailleurs, le mélange de fossiles appartenant à des époques géologiques différentes n'est pas un phénomène si exceptionnel, et nous en voyons un exemple remarquable à Ostende, que je demande la permission de rappeler.

Il n'est pas très-rare de trouver sur la plage de notre littoral des débris de *Rhinoceros tichorinus* et des ossements, même des défenses entières, d'*Elephas primigenius*, mêlés à des coquilles vivantes et des coquilles fossiles, parfaitement reconnaissables pour des coquilles du sable d'Aeltre. Tous ces fossiles proviennent du fond de la mer, et l'on sait que, surtout à quelque distance de la côte Est de l'Angleterre, des ossements se rencontrent en si grande abondance que les pêcheurs trouvent très-souvent dans leurs filets qui ont gratté le fond de la mer, avec les poissons vivants, des os, des défenses et des molaires de mammouth de Sibérie. Je conserve à Louvain des débris de ces deux grandes espèces de pachydermes et, entre autres, un humérus, trouvé dans un filet, qui est encore tout couvert de coquillages vivants qui y ont élu leur domicile.

Je sais que M. Scohy n'a pas ajouté toutes les planches

qui accompagnent son mémoire, avec l'intention de les faire reproduire, et j'ai l'honneur de proposer de faire figurer seulement la dent de rhinocéros et le fragment de maxillaire de carnassier. »

Le mémoire de M. Scohy et les trois rapports auxquels il a donné lieu seront imprimés dans le *Bulletin* de la séance.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Projet de conférence internationale, pour étendre, sur le globe entier, le système des observations météorologiques adopté pour la mer, dans la Conférence de 1853. Lettre de M. Maury, directeur de l'observatoire de Washington, à M. Ad. Quetelet.

On sait que le gouvernement des États-Unis avait fait, en 1853, un appel aux différentes nations maritimes du globe, en vue d'unir leurs efforts et d'établir un système uniforme d'observations météorologiques pour simplifier la navigation. M. Maury fut le promoteur de ce vaste système, et Bruxelles le lieu choisi pour point de réunion de la Conférence. Les principales nations répondirent à l'appel; les États-Unis d'Amérique, la France, l'Angleterre, la Russie, la Suède, la Norwége, le Portugal, le Danemark, les Pays-Bas, la Belgique envoyèrent des représentants.

On sait quel fut le succès de cette première conférence et les services immenses qui en sont résultés pour la

navigation : les trajets furent généralement abrégés, quelques-uns même du quart ou du tiers du parcours d'autrefois.

M. Maury fait actuellement un nouvel appel aux différentes nations; il demande que chacune d'elles envoie des délégués pour établir, de commun accord, un système universel de recherches météorologiques sur mer et sur terre, et pour généraliser les beaux résultats obtenus déjà par quelques-unes d'entre elles. Voici la lettre écrite par lui à cette occasion :

« Vous avez été le président de la Conférence de Bruxelles; c'est vous qui avez contribué à l'harmonie de ses réunions et à la bonne issue de ses délibérations. L'époque est venue où, d'après les prévisions des membres, il serait désirable de se réunir de nouveau pour essayer d'étendre nos recherches au delà des mers.

» La Conférence recommandait un programme dans lequel étaient spécifiés tous les genres d'observations qu'exige la bonne conduite des vaisseaux. Ce plan a été encouragé par toutes les nations commerçantes et généralement adopté par les marins les plus intelligents naviguant sous les divers pavillons; la mer est maintenant couverte d'observatoires flottants qui tous agissent de concert et qui observent, avec un intérêt philosophique, les phénomènes des vents, des ondes et du temps.

» Ce système a si bien réussi, il a été si abondant en résultats pratiques et si riche en promesses pour l'avenir, que j'ai pris la liberté, comme un hommage du respect et de l'estime que mes collègues m'ont inspirés pendant la Conférence, de vous transmettre, comme à son président, la communication ci-jointe : faites-en tel usage que vous

jugerez convenable. Ce n'est pas, vous le verrez, un rapport sur les progrès accomplis, car cela exigerait la collaboration de chacun de nos collègues et associés à nos travaux; ce n'est point un exposé des résultats obtenus depuis notre réunion, en 1853, ni un aperçu de la durée des voyages à travers les mers, qui ont été tant abrégés et dont les dangers ont tant diminué; ce n'est point un compte rendu de ce que chacun de nos corps sociaux a si admirablement opéré, c'est le simple récit de quelques faits, de quelques-unes des circonstances qui ont passé de nos travaux collectifs dans l'expérience, et qui montreront que ce mode de recherches ne doit pas être resserré plus longtemps dans les limites des mers.

» L'avantage d'avoir à terre des météorologistes, pour coopérer avec les navigateurs dont la conférence réclamait l'appui, est maintenant rendu si évident, que tout progrès ultérieur de la science météorologique demande absolument que ce système s'étende à la terre. La note suivante a pour but de démontrer brièvement un ou deux des grands problèmes sur lesquels nous avons appelé l'attention des marins, de ces problèmes qui se rapportent à l'atmosphère entière et qui ne peuvent être résolus qu'à l'aide d'observations correspondantes faites sur les continents. »

« La Conférence maritime de Bruxelles de 1853 a recommandé que le programme de recherches physiques proposées sur mer, s'étendît de manière à comprendre aussi les observations sur terre. Depuis cette époque, les mers ont été traversées par des milliers d'observateurs qui, agissant expérimentalement et de concert, ont prouvé la sagesse de cette recommandation. Je rappellerai quelques

faits, quelques conséquences acquises pendant le cours de ces recherches et qui tendent à prouver que cette extension est absolument nécessaire pour la discussion ultérieure de problèmes, dont la solution est d'une grande importance pour le commerce, la navigation et en général pour tous les intérêts des peuples.

» En partant de ce principe que, pour ce qui regarde le mouvement général de l'atmosphère, nous avons sur mer la règle et sur terre les exceptions, j'ai entrepris, avec l'assistance de mes collègues, de déterminer ce mouvement général par les observations faites sur mer.

» Notre globe a été séparé par zones ou ceintures de 5 degrés de largeur s'étendant, de l'un et de l'autre côté de l'équateur, jusqu'au parallèle de 60 degrés. Au delà de ces limites, les observations sont peu nombreuses et en nombre insuffisant pour en déduire des résultats utiles. En comptant de l'équateur jusqu'au 5me degré, depuis le parallèle de 5 degrés jusqu'à celui de 10 degrés, et ainsi de suite, il semble que nous avons assez d'observations pour 12 des 18 zones que l'on compte de chacun des côtés de l'équateur.

» Dans ces limites, les cartes de pilote nous donnent 1,232,904 observations sur la direction du vent en mer; chaque observation embrasse une période de 8 heures et fournit la *direction dominante* du vent pendant cet intervalle. Nous déduisons de ces données le *tableau* suivant, qui montre la direction et la durée moyenne annuelle du vent pour chacune des zones de 5 degrés qui s'y trouvent indiquées. Ce tableau est construit d'après 1,159,553 observations seulement du grand total de 1,232,904 que nous avons mentionné plus haut.

Tableau A. — Vents et calmes. *Nombre total d'observations dans chaque zone, direction moyenne du vent pour chaque quartier, et durée moyenne annuelle du vent pour les mêmes quartiers exprimée en jour; dito pour les calmes.*

	NORD.					SUD.				
ZONE	1er quartier.	2me quartier.	3me quartier.	4me quartier.	NOMBRE d'observatns.	1er quartier.	2me quartier.	3me quartier.	4me quartier.	NOMBRE d'observatns.
De 0° à 5°	N. 55° E.	E. 47° S.	S. 27° O.	O. 52° N.	67,829	N. 55° E.	E. 42° S.	S. 38° O.	O. 45° N.	72,945
Jours . .	67	199	69	12	18 C. *	50	222	47	33	12 C. *
De 5° à 10°	N. 53 E.	E. 47 S.	S. 31 O.	O. 45 N.	36,841	N. 56 E.	E. 38 S.	S. 36 O.	O. 42 N.	58,648
Jours . .	139	113	70	19	24 C.	45	250	33	27	10 C.
De 10° à 15°	N. 53 E.	E. 27 S.	S. 45 O.	O. 49 N.	27,339	N. 59 E.	E. 40 S.	S. 38 O.	O. 50 N.	43,817
Jours . .	255	51	22	23	14 C.	64	252	23	18	9 C.
De 15° à 20°	N. 53 E.	E. 23 S.	S. 42 O.	O. 54 N.	33,103	N. 60 E.	E. 38 S.	S. 34 O.	O. 52 N.	46,604
Jours . .	244	69	22	29	11 C.	74	244	22	17	8 C.
De 20° à 25°	N. 51 E.	E. 32 S.	S. 42 O.	O. 52 N.	44,527	N. 55 E.	E. 41 S.	S. 36 O.	O. 52 N.	66,395
Jours . .	207	81	25	39	13 C.	99	189	38	29	10 C.
De 25° à 30°	N. 51 E.	E. 37 S.	S. 41 O.	O. 48 N.	68,777	N. 51 E.	E. 44 S.	S. 38 O.	O. 50 N.	66,635
Jours . .	134	99	64	51	17 C.	99	141	67	48	10 C.
De 30° à 35°	N. 47 E.	E. 45 S.	S. 37 O.	O. 44 N.	62,514	N. 44 E.	E. 48 S.	S. 44 O.	O. 44 N.	76,254
Jours . .	91	99	96	64	15 C.	68	98	106	82	11 C.
De 35° à 40°	N. 42 E.	E. 50 S.	S 43 O.	O. 44 N.	41,233	N. 39 E.	E. 48 S.	S. 44 O.	O. 42 N.	107,231
Jours . .	83	68	111	90	13 C.	55	54	124	123	9 C.
De 40° à 45°	N. 45 E.	E. 47 S.	S. 45 O.	O. 41 N.	32,252	N. 34 E.	E. 51 S.	S. 50 O.	O. 43 N.	63,669
Jours . .	62	68	118	101	16 C.	52	30	125	150	8 C.
De 45° à 50°	N. 44 E.	E. 46 S.	S. 47 O.	O. 40 N.	29,461	N. 32 E.	E. 44 S.	S. 53 O.	O. 42 N.	29,132
Jours . .	57	66	123	107	12 C.	55	32	116	154	8 C.
De 50° à 55°	N. 45 E.	E. 48 S.	S. 48 O.	O. 38 N.	41,570	N. 33 E.	E. 51 S.	S. 56 O.	O. 41 N.	14,286
Jours . .	54	78	125	94	14 C.	53	28	123	155	6 C.
De 55° à 60°	N. 40 E.	E. 48 S.	S. 47 O.	O. 39 N.	17,874	N. E .	E. 50 S.	S. 58 O.	O. 41 N.	13,617
Jours . .	54	72	141	88	10 C.	47	24	108	177	9 C.

* C. Jours calmes. 1er quartier du N. à l'E. 2me quartier de l'E. au S., etc.

» J'ai exclu les observations faites dans l'océan Indien du nord, dans la mer de Chine et dans les Indes occidentales, parce que les vents, comme c'est le cas pour les moussons, présentent dans ces mers des exceptions bien connues aux mouvements généraux de l'atmosphère.

» Les observations faites dans ces trois régions des mers s'élèvent au chiffre restant de 73,351; c'est d'après elles qu'on a construit le *tableau* suivant :

TABLEAU B. — *Vents et calmes dans l'océan Indien du nord, la mer de Chine et les Indes occidentales.*

ZONE	1er quartier.	2me quartier.	3me quartier.	4me quartier.	NOMBRE d'observations.
De 0° à 5° N.	N. 35° E.	E. 51° S.	S. 40° O.	O. 41° N.	13,203
Jours . . .	94	72	126	107	16 C.*
De 5° à 10° N.	N. 44 E.	E. 45 S.	S. 46 O.	O. 38 N.	13,513
Jours . . .	118	48	137	52	10 C.
De 10° à 15° N.	N. 51 E.	E. 36 S.	S. 47 O.	O. 43 N.	13,360
Jours . . .	174	67	82	33	9 C.
De 15° à 20° N.	N. 50 E.	E. 35 S.	S. 39 O.	O. 54 N.	13,784
Jours . . .	167	80	76	33	9 C.
De 20° à 25° N.	N. 47 E.	E. 40 S.	S. 41 O.	O. 60 N.	9,856
Jours . . .	158	79	74	41	13 C.
De 25° à 30° N.	N. 44 E.	E. 43 S.	S. 36 O.	O. 51 N.	9,635
Jours . . .	158	75	42	59	11 C.

* C. Jours calmes.

» La direction du vent sur mer pendant la période d'une observation (8 heures), est donnée par estimation, tantôt avec et tantôt sans égard à la déviation de la girouette, qui résulte de la combinaison des deux forces, la marche du vaisseau et la vitesse du vent. Jamais la direction du

vent n'est donnée sur la carte des pilotes pour des cours différant entre eux de moins d'un intervalle de la rose des vents, ou 22° 30′, mais ces sources d'erreurs sont éliminées en quelque sorte par le nombre des observations individuelles et par leur groupement par quartiers. La *fig.* 1 est construite d'après le *tableau A,* en ce qui concerne la prédominance du vent. Les flèches à l'intérieur du cercle, par leur position, indiquent la direction, et par leur longueur, la moyenne annuelle de la durée, en mois, des vents dans chacune des douze zones boréales et australes. Les vents prédominants, dans chacune de ces zones, sont représentés par des flèches entièrement empennées; ceux qui s'en rapprochent le plus, par des flèches empennées d'un seul côté, et les moins fréquents par des flèches à moitié *barbelées.* Dans certaines zones, vers les calmes du Cancer et du Capricorne, les vents nord-ouest et sud-ouest sont également prédominants; dans ce cas, ils sont représentés l'un et l'autre par des flèches entièrement empennées. Les vents dont la durée moyenne annuelle ne s'élève pas à un mois ne sont pas indiqués.

» Le profil de l'atmosphère, représenté par le pointillage, est construit d'après plus de 100,000 observations barométriques. Plus de 90,000 ont été faites en mer et le reste dans les observatoires avoisinant la mer, tels que Hobart-Town, Greenwich et Saint-Pétersbourg. Je dois à mon collègue, le lieutenant Andrau (1), de la marine hollandaise, 83,334 observations faites en mer. Elles

(1) *Maandelijksche zeilaanwijzingen van Java naar het Kanaal. — Als uitkomsten van wetenschap en ervaring aangaande winden en zeestroomingen in sommige gedeelten van den Oceaan, uitgegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologische Instituut.* Utrecht, L. E. Bosch en Zoon; 1859.

s'étendent depuis le 50me degré de latitude N. jusqu'au 36me de latitude S., et sont réduites à 0 degré de température.

» L'abaissement du baromètre au cap Horn a beaucoup préoccupé les météorologistes, et embarrassé les navigateurs. Et comme mes amis, les navigateurs hollandais, ont produit une très-grande masse d'observations pour les latitudes les plus septentrionales, j'ai résolu immédiatement d'examiner leurs livres de loch (ou journal de navigation) pour les observations recueillies dans la région polaire au delà du 40me degré de latitude méridionale, et d'étendre ainsi la série vers le Sud aussi loin que vont ordinairement les vaisseaux, en comprenant toute la circonférence du globe.

» Afin de reconnaître si l'abaissement barométrique des régions australes se borne à certaines longitudes seulement, la calotte terrestre au sud du 40me degré austral a été divisée en trois segments et a présenté les résultats suivants :

TABLEAU C. — *Moyenne des observations barométriques.*

ENTRE les parallèles	Près LE CAP HORN.		Du 20° O. à 140° E.		Du 140° E. à 80° O.		NOMBRE total d'observations.	MOYENNE de toutes les observ^s.
	NOMBRE d'obser^s.	MOYENNE en pouces.	NOMBRE d'obser^s.	MOYENNE en pouces.	NOMBRE d'obser^s.	MOYENNE en pouces.		
		P.		P.		P.		P.
De 40° et 43°	378	29,86	1,115	29,90	210	29,84	1,703	29,88
43 et 45	237	29,75	738	29,80	155	29,73	1,130	29,78
45 et 48	337	29,68	611	29,58	226	29,71	1,174	29,63
48 et 50	250	29,61	175	29,53	247	29,56	672	29,62
50 et 53	359	29,56	108	29,35	198	29,45	665	29,48
53 et 55	377	29,37	6	29,17	92	29,35	475	29,36
55 et au delà [1].	1,055	29,28	7	29,27	64	29,42	1,126	29,29
					TOTAL.		5,945	

[1] Ou à la latitude moyenne de 56°,5.

» Ces observations ne sont pas corrigées pour la température, parce que les données manquent entièrement. Cette correction abaisserait encore, au sud du 40e degré austral, la hauteur moyenne du baromètre. Ce *tableau* prouve que la dépression atmosphérique ne se borne pas au voisinage du cap Horn, mais que ce même phénomène se produit tout autour de la terre sous un parallèle déterminé.

» En prenant la moyenne de ces observations, celles du docteur Kane, dans l'océan Arctique, et celles des vaisseaux hollandais, et en faisant usage de la méthode graphique, la courbe barométrique du pôle nord au pôle sud se projette sur le canevas, comme elle est représentée dans la *fig.* 2.

TABLEAU D. — *Vents avec composante nord ou sud.*

INTER-VALLES.	Hémisphère nord.					Hémisphère sud.				
	NOMBRE d'observ.	NOMBRE de jours du		EXCÈS		NOMBRE d'observ.	NOMBRE de jours du		EXCÈS	
		nord.	sud.	nord.	sud.		nord.	sud.	nord.	sud.
0° à 5°	67,829	79	268	»	189	72,945	83	269	»	186
5 10	36,841	158	183	»	25	54,648	72	283	»	211
10 15	27,339	278	73	205	»	43,817	82	275	»	193
15 20	33,103	273	91	182	»	46,604	91	266	»	175
20 25	44,527	246	106	140	»	66,395	128	227	»	99
25 30	68,777	185	163	22	»	66,635	147	208	»	61
30 35	62,514	155	195	»	40	76,254	150	204	»	54
35 40	41,233	173	179	»	6	107,231	178	178	0	0
40 45	33,252	163	186	»	23	63,669	202	155	47	»
45 50	29,461	164	189	»	25	29,132	209	148	61	»
50 55	41,570	148	203	»	55	14,286	208	151	57	»
55 60	17,874	142	213	»	71	13,617	224	132	92	»

» Dans le *tableau* précédent *D*, pour condenser les

données, les vents des quatre quartiers ont été groupés en vents du nord ou vents du sud : il montre la durée moyenne en jours pour chaque zone. » La *figure* 3 reproduit ce tableau par la méthode graphique.

Puisque sur mer nous devons nous attendre à trouver la règle et sur terre l'exception en ce qui concerne la dynamique de l'air, nous pouvons nous attendre aussi à ce que les lois générales de la circulation atmosphérique soient plus clairement exprimées dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal. Tournons, par conséquent, un moment notre attention exclusivement vers l'hémisphère sud.

» Nous observons que là les vents polaires et équatoriaux se balancent mutuellement entre les parallèles de 35° et de 40° S. Voyez le *tableau D* et la *fig.* 3. Supposons que ces vents soufflent avec la même force et font mouvoir de mêmes volumes d'air, dans un temps donné, nous obtenons une barrière atmosphérique, une ceinture qui entoure la terre et que ne peuvent franchir les vents de *surface* (1); car si un vent polaire traverse de temps à autre cette barrière, un vent équatorial le repousse immédiatement. Cette ceinture coïncide avec la zone calme du Capricorne. En nous éloignant d'elle et en nous rapprochant du pôle, les vents polaires deviennent de plus en plus dominants; lorsque nous nous rapprochons au contraire de l'équateur, les vents dominants de cette zone deviennent de plus en plus fréquents. Cela est si remarquable que, pendant que nous nous éloignons de cette ceinture moyenne, nous voyons les vents équatoriaux d'un côté et

(1) Vents de surface par opposition aux courants supérieurs.

les vents polaires de l'autre (*fig.* 3) s'accroître de proche en proche et presque à pas égaux.

» Maintenant, que l'on peut admettre comme une loi météorologique que le vent de *surface* souffle toujours du lieu où se trouve une accumulation d'air vers celui où l'air est plus rare, en d'autres termes, d'une pression barométrique élevée vers une pression barométrique moindre, nous observons que les vents nous indiquent une dépression atmosphérique dans les régions antarctiques, une dépression plus grande qu'à l'équateur; ce qui doit être, sinon cette barrière des vents ou ceinture calme du Capricorne, au lieu de se trouver plus près de l'équateur, serait à la moyenne distance entre la moindre pression barométrique de l'équateur d'une part et la même pression au pôle de l'autre. Mais, au lieu de cela, le courant, pour remplacer la raréfaction polaire, s'étend à 50 degrés autour du pôle, tandis que le courant pour remplacer la raréfaction équatoriale, ne s'étend pas à plus de 35 degrés. Tel est le langage par lequel les vents révèlent une faible hauteur barométrique au pôle austral. Ce résultat est rendu sensible par les *figures* 1 et 2.

» L'abaissement du baromètre vers le pôle antarctique est établi d'une manière décisive. Sir James Clark Ross l'a observé à 60, 66 et 74 degrés sud. Si nous projetons la courbe entre les points R au pôle sud (*fig.* 2), elle donnera une hauteur moyenne du baromètre inférieure environ d'un pouce à la pression vers le nord. Les déterminations de sir James Ross ont été faites sur un seul vaisseau et ne comprennent qu'un petit nombre de jours. Celles qui ont servi à prolonger la courbe jusqu'au pôle, ont été faites sur plusieurs vaisseaux et sont elles-mêmes les moyennes de quelques milliers d'observations. Soit que

nous donnions plus de poids à l'inconnue résultant de ces dernières déterminations, soit que nous les combinions avec celles de Ross, il est évident qu'il y a une grande raréfaction d'air au-dessus du continent antarctique, assez grande pour abaisser la moyenne du baromètre considérablement au-dessous de 29 pouces.

» Comment nous expliquer ce phénomène, à moins de nous appuyer sur la théorie de la chaleur latente de la vapeur fournie par les mers environnantes du Sud au delà du tropique; cette vapeur précipitée au lieu où les vents réguliers du pôle cessent de souffler laisse libre le calorique; celui-ci échauffe l'air, lui donne l'expansion et l'amène à souffler en arrière comme un courant supérieur, et à laisser ainsi après lui une pression barométrique peu élevée. Si nous adoptons cette théorie, ne devons-nous pas la poursuivre et admettre que, contrairement à l'opinion reçue, les climats circompolaires antarctiques, au lieu d'être plus rigoureux que ceux des régions arctiques, sont comparativement plus tempérés?

» Les *tableaux* et *figures* montrent que la position des zones calmes des tropiques est déterminée par le degré de raréfaction au-dessus des régions calmes polaires, comparées au degré de raréfaction de la zone calme de l'équateur. Les calmes tropicaux sont pour ainsi dire la résultante de la raréfaction aux pôles et à l'équateur. Supposons qu'en vertu d'une cause quelconque, la pression barométrique de la zone calme à l'équateur, au lieu d'être de $29^p,93$, soit réduite à $27^p,93$, tandis que celle des calmes polaires reste constante; il est évident que la région des courants équatoriaux serait considérablement élargie, et conséquemment que les lignes moyennes entre les calmes des pôles et de l'équateur seraient reculées vers les pôles.

En d'autres termes, les zones calmes des tropiques se rapprocheraient des pôles.

» Le *tableau D* nous indique que les vents de la zone équatoriale augmentent en durée à mesure qu'ils approchent de l'équateur, et d'autres résultats (1) montrent qu'ils croissent aussi en vitesse; ainsi, dans les zones de 40 à 35 degrés, de 35 à 30 degrés, de 30 à 25 degrés, de 25 à 20 degrés, de 20 à 15 degrés, de 15 à 10 degrés, de 10 à 5 degrés sud, les vents équatoriaux sont en excès sur les vents de la région polaire respectivement dans l'ordre de leurs zones de 0, 54, 61, 99, 175, 193 et 211 jours. Il est, par conséquent, démontré qu'en approchant de l'équateur, les vents alizés sont renforcés par des masses d'air que fournissent les courants supérieurs.

Il paraît, de plus, d'après les déterminations barométriques du lieutenant Andrau, que la pression moyenne de l'air est de 0,06 de pouce plus grande entre l'équateur et 25 degrés sud qu'entre l'équateur et 25 degrés nord. Mes propres observations (2) montrent une différence de 0,05 de pouce, également du côté des alizés du sud-est; mais comme cette détermination ne résulte que de 1981 mesures et celle d'Andrau de 22,917, la différence de 0,06 de pouce semble avoir une plus grande valeur. Une différence barométrique de 0,06 de pouce équivaut, en nombre rond, à une pression de 4,3 livres par pied carré. C'est ce surcroît de pression qui rend les vents alizés du sud-est plus forts que les alizés du nord-est. Ces deux vents passent d'une plus grande à une moindre pression, et la différence de 4,3 livres par pied carré suffit pour rendre compte de la

---

(1) *Nautical monograph* n° 1.

(2) *Sixth* Ed. Maury's *Sailing direction*, 1854, p. 692.

position de la zone calme équatoriale, aussi bien que de la vitesse plus grande des vents alizés du sud-est. Cette zone calme étant la résultante dynamique de ces deux vents, ceux-ci la maintiennent dans sa position au nord de l'équateur. La chaleur latente, rendue libre par la condensation de la pluie qui en résulte, détermine de même la position de l'équateur thermal. L'amiral Chabannes, commandant de la flotte française sur la côte du Brésil, a promis obligeamment de déterminer la différence de vitesse des deux systèmes de vents alizés par des mesures positives. D'après la rapidité moyenne des vaisseaux pendant qu'ils naviguent sous l'un ou l'autre vent, j'*estime* que la vitesse moyenne du vent sud-est est de 25 à 30 milles par heure, et celle du nord-est de 15 à 18 seulement (1).

» En étendant un peu la méthode de représenter par des ordonnées et des abscisses la différence de pression barométrique pour des latitudes différentes et en se servant des nombreuses observations du lieutenant Andrau entre 30 degrés nord et l'équateur, nous obtenons, pour les vents alizés du nord-est, une courbe T (*fig.* 4), que j'ai cru pouvoir nommer *la déclivité barométrique des vents;* cette déclivité est d'un centième de pouce de pression barométrique pour un degré de latitude.

» Quant à la mousson nord-est de l'océan Indien, c'est simplement le passage des vents alizés nord-est de cette mer, allant rejoindre, comme dans les autres mers, les vents alizés sud-est dans la zone calme de l'équateur. L'influence des agents météorologiques exerçant leur action, durant le printemps et l'été, dans l'intérieur de l'Asie, y produit, sans doute, une raréfaction plus grande que dans

---

(1) *Physical geography of the sea.*

la zone de calme équatorial. Ceci admis, les vents alizés sud-est arrivant en été dans la région de plus basse pression équatoriale, y ressentent l'influence d'une dépression barométrique plus grande encore vers le nord; et ainsi, au lieu de s'arrêter, pour former un calme équatorial, ces vents passent outre (1), s'inclinent au nord et deviennent, par suite de la *déclivité* M (*fig.* 4), la mousson sud-ouest de l'océan Indien.

» Ainsi l'exigerait du moins la loi météorologique, qui veut que les vents aillent du lieu de plus forte pression vers le lieu où elle est moindre. Afin de déterminer la *déclivité barométrique* de la mousson sud-ouest, j'ai pris la hauteur moyenne du baromètre qui a été bien déterminée à Madras, Bombay et Calcutta, aux latitudes différentes de 13° 4′, 18° 54′ et 22° 34′ nord, par le docteur Buist et le colonel Sykes (2), pendant la mousson sud-ouest, et par ce moyen, j'ai obtenu la courbe M (*fig.* 4) qui montre la *déclivité barométrique* de la mousson sud-ouest; elle est d'environ 0,05 de pouce par trois degrés de latitude, et elle indique, ce que l'observation prouve, que la mousson sud-ouest est plus forte que la mousson nord-est.

» Nous avons obtenu de cette manière les indices d'une pression barométrique moindre dans le nord de l'Inde ou dans son voisinage pendant la mousson sud-ouest.

» D'après ces déductions barométriques, les vents polaires du sud extratropical seraient beaucoup plus forts, leur *déclivité barométrique* étant d'environ 0,04 de pouce

---

(1) *Carte de la mousson de l'océan Indien.* Observatoire de Washington, 1860.

(2) *Philosophical Transactions*, 1850, 2me partie.

par degré de latitude (*fig.* 2), que les vents polaires du nord extratropical, dont la *déclivité* ne dépasse pas 0,01 de pouce par degré de latitude. L'expérience des marins et la vitesse moyenne des vaisseaux confirment pleinement le résultat des observations.

» On constate donc en mer dans les plus grandes proportions, la suprématie de la même loi physique qu'on observe partout ailleurs dans les plus petites proportions. L'air qui alimente la flamme d'un foyer, quand il afflue du point où il est le plus dense vers le point où il est le plus raréfié, ne fait qu'obéir à la même loi que celle qui détermine les moussons.

» Il existe, par conséquent, une relation physique entre la hauteur du baromètre, en avançant d'un parallèle à l'autre, et les vents quand ils soufflent au travers de ces mêmes parallèles; cette relation, dans certaines latitudes sur mer, est clairement exprimée par les vents alizés comme par les moussons. Nous n'avons plus à conjecturer si la même relation entre les différences de pression et le vent existent sur terre comme sur mer, car le professeur Buys-Ballot, d'Utrecht, m'informe qu'il a découvert la relation numérique entre le vent et la différence simultanée de la pression barométrique dans certaines localités de la Hollande. Elle est si exacte et si invariable que, pendant les deux dernières années, elle lui a permis d'annoncer d'avance, dans toutes les circonstances, la force et la direction du coup de vent qui s'approchait (1).

---

(1) « La relation numérique qui existe entre la *différence* des hauteurs » simultanées et la force du vent s'est confirmée pendant les deux dernières » années, et la direction est (a été) prédite sans exception. » (Lettre de M. le professeur Ballot, 14 février 1860.)

» Ce qu'il a fait pour la Hollande peut être fait pour d'autres contrées. Les ouragans marchent lentement relativement aux messages télégraphiques, et plus la région pour laquelle ces relations barométriques peuvent être établies serait grande, plus avantageuse serait leur découverte; car elles permettraient au savant de donner ses avertissements d'autant plus longtemps à l'avance.

» Les télégraphes électriques, étant mis ainsi en connexion avec nos recherches sur les vents en mer, deviendraient des instruments météorologiques d'une grande importance, d'un pouvoir immense et d'une valeur incalculable. Par des conventions spéciales et avec la coopération des nations qui ont adopté le programme de la Conférence maritime de Bruxelles, il est maintenant au pouvoir de la science, aidée par les télégraphes, d'établir partout, le long des côtes et loin à l'intérieur des continents, des sentinelles qui nous avertiraient d'avance de l'arrivée des grands ouragans. On sait qu'on est parvenu à annoncer, au moyen du télégraphe, la tempête qui a éclaté sur la mer Noire en 1854. L'orage d'octobre dernier, qui fit périr, dans la Manche, le *Royal Charter* et occasionna tant de désastres le long des côtes de France et d'Angleterre, montre ce qu'aurait pu faire un avertissement télégraphique de son approche.

» Les vagues de la mer avertissent souvent le pêcheur et » le cabotier de l'approche des tempêtes. « Près des côtes » (de l'Inde), les tempêtes sont annoncées environ 12 » heures *avant* de se manifester (1). » Si les vagues peuvent

---

(1) Capitain Becher, royal navy. — *Sailing directions for the Atlantic and Indian Oceans*, p. 34.

faire cela pour la mer, que ne feraient pas, à la fois pour la terre et pour la mer, le fil et l'étincelle électriques? Il est donc inutile d'insister davantage sur une proposition qui est d'une importance aussi évidente pour les intérêts industriels et commerciaux de tous les peuples qui ont adopté les télégraphes. Il en a été dit assez pour prouver que ceux qui étudient les vents en mer, pour le perfectionnement de la navigation, doivent demander également des observations sur terre.

» Dans le cours de mes recherches ici, j'ai signalé étant en mer, par leur action sur l'eau, plusieurs des causes qui influencent les vents sur terre, et réciproquement par leur action sur terre, celles qui empêchaient la navigation à la mer. Maintenant quand nos observateurs arrivent au port leur tâche est finie : il n'existe aucune coopération sur le continent, et toute investigation ultérieure est abandonnée.

Les nations qui ont établi des bureaux et chargé spécialement des officiers de coopérer à ce système de recherches sont la France, la Hollande, l'Angleterre, l'Espagne, le Portugal, la Russie, la Suède et la Norwége. Celles qui ont coopéré à l'aide de leur marine comme observateurs et collaborateurs, sont les États italiens, la Belgique, l'Autriche, la république de Brême, la Prusse, le Danemark, le Chili et le Brésil.

Je suis persuadé que dans toutes ces contrées mes collègues concourront avec moi, tant dans l'intérêt de la science que de l'industrie, à agrandir le cercle de nos observations, à étendre les recherches sur terre et à rendre ainsi ce système universel.

—

CARTE DES VENTS
et
PROFIL DE L'ATMOSPHÈRE.

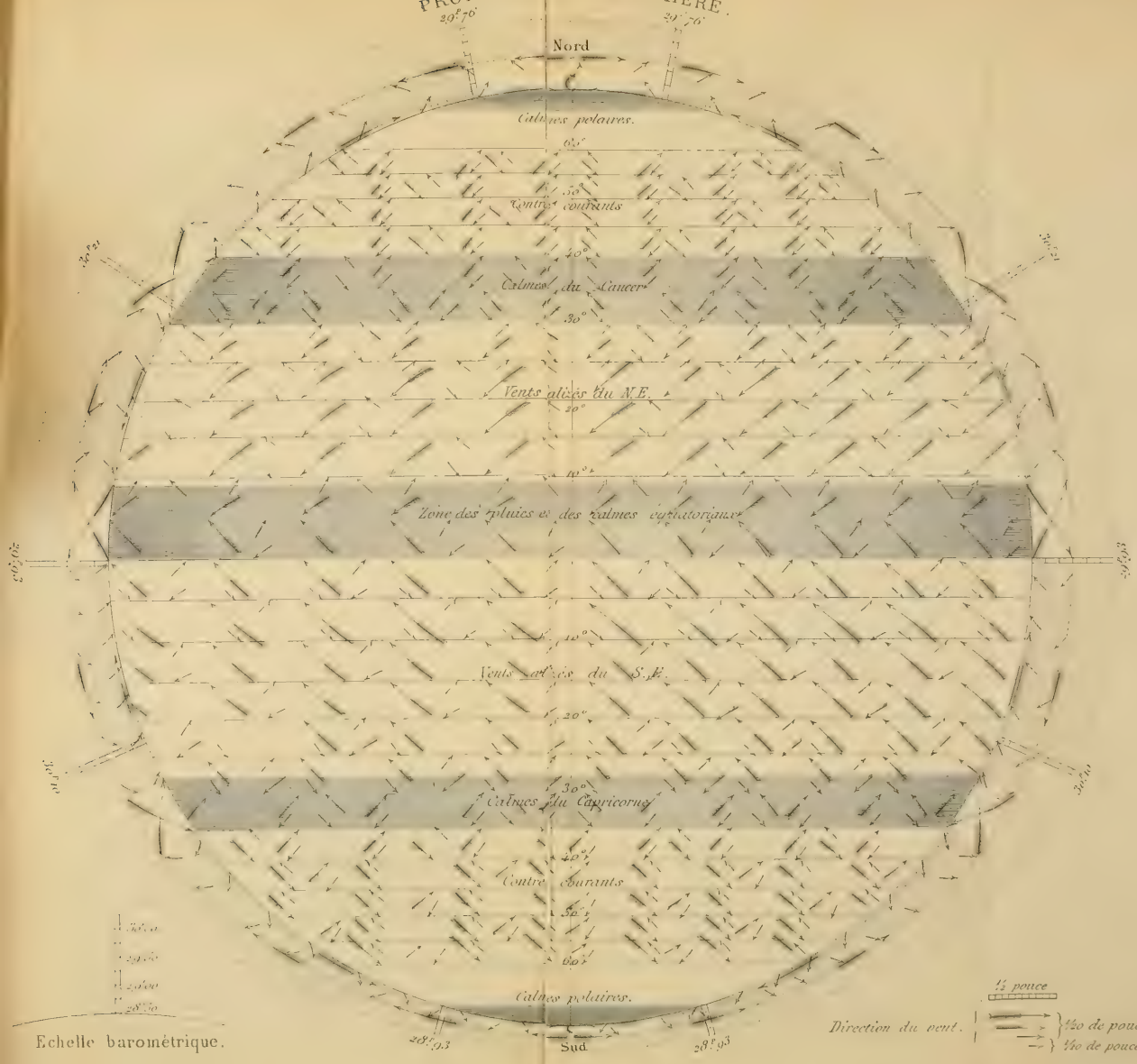


Figure II.

Baromètre.

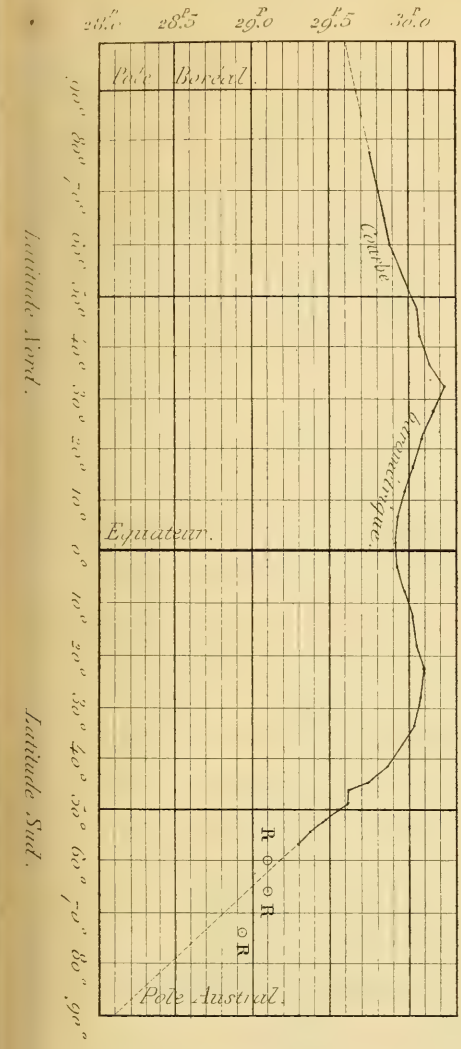


Figure III.

Parallèles de Latitude.

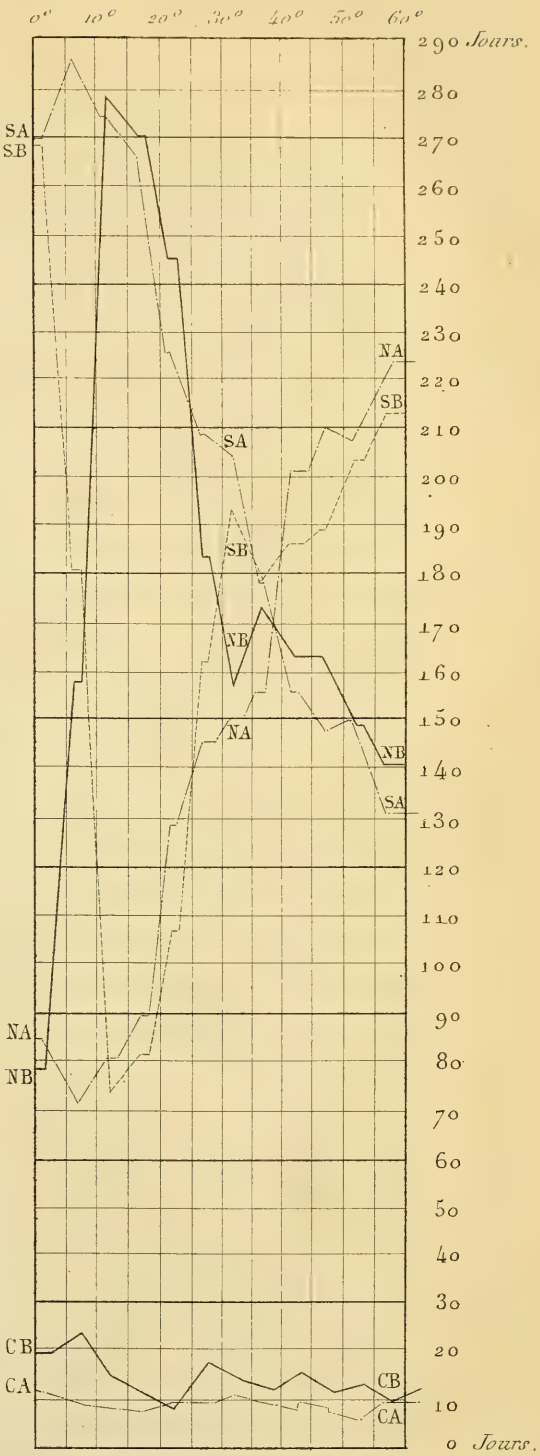
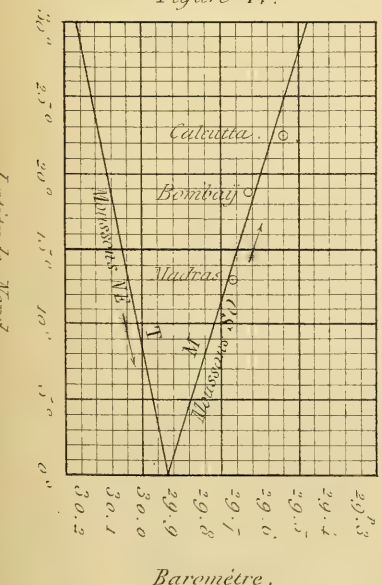


Figure IV.



N B = *Vents du Nord dans l'hémisphère Boréal.*
S B = — — *Sud* — — —
C B = *Calmes* ..... — — —
N A = *Vents du Nord* — — *Austral.*
S A = — — *Sud* — — —
C A = *Calmes* ..... — — —

PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES.

Aurore boréale. — M. Quetelet fait connaître que, le 9 avril dernier, entre 9 et 10 heures du soir, son fils a observé une belle aurore boréale qui s'étendait, comme d'ordinaire, du nord-nord-ouest vers le zénith : les jets lumineux étaient assez intenses et se projetaient dans le ciel à intervalles rapprochés. On a appris depuis que le même phénomène a été vu dans différents pays.

A 9 heures, le nord était blanchâtre; plus tard, les jets lumineux passaient du blanc au rose-rouge; le fond était couvert et sombre; vers 11 heures, le ciel s'est entièrement couvert, et il est tombé de la pluie.

Déjà, vers 3 heures de l'après-midi, il s'était manifesté une perturbation assez marquée dans les instruments magnétiques : les valeurs en seront données dans les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles.*

Magnétisme terrestre. — Les éléments magnétiques absolus ont été déterminés par M. Ernest Quetelet à la fin de mars et au commencement d'avril. Les observations ont été faites, comme d'ordinaire, dans le jardin de l'Observatoire, et, à l'exception de la petite variation annuelle, elles n'ont rien présenté de particulier. Elles seront consignées avec les autres observations magnétiques que M. Ernest Quetelet a déjà recueillies à Paris, à Marseille et à Naples, ainsi qu'avec celles qu'il se propose de recueillir en Grèce.

Halo lunaire. — Le 6 avril dernier, vers 10 h. $^1/_2$ du soir, par un ciel serein mais légèrement opalin, la lune, à son 15me jour, se montrait entourée d'un halo double. Ce phénomène, bien qu'assez fréquent, présentait quelques circonstances qui méritent d'être notées.

Le cercle vertical intérieur, ou halo ordinaire, était très-distinct dans sa moitié supérieure, c'est-à-dire jusqu'à son intersection avec le cercle horizontal ou parasélénique passant par la lune. Aux deux points d'intersection se dessinaient assez nettement deux parasélènes avec prolongements brillants et irisés en forme de queue, dont la direction extérieure coïncidait avec celle du cercle horizontal. Il n'y avait pas de trace d'arc tangent au sommet du halo ordinaire.

Le grand cercle vertical extérieur, ou halo extraordinaire, ne montrait également que sa moitié supérieure, et son intensité lumineuse était beaucoup moindre que celle du cercle intérieur; les extrémités du demi-cercle, surtout celle à l'ouest, n'atteignaient même pas les prolongements brillants des parasélènes. Au sommet se dessinait très-distinctement l'arc tangent circumzénithal externe, présentant les teintes brillantes du spectre.

La lune elle-même offrait, au centre des deux halos, une apparence assez rare (1) : elle se montrait au milieu d'une croix lumineuse d'un blanc jaunâtre; une bande perpendiculaire à l'horizon, formait, avec une portion du cercle horizontal, les quatre branches de la croix en forme de pinceaux ou flammes.

Nous rappellerons, à ce propos, une autre observation : dans la soirée du 3 mars dernier, il était tombé une pluie abondante de 7 à 8 1/2 heures environ; vers 9 heures, un halo ordinaire se dessinait dans le léger voile de vapeur

---

(1) Kæmtz dit : « ... Il est plus rare de voir une bande au-dessous du soleil ou de la lune, plus rarement encore un arc horizontal passe par le soleil, de manière que cet astre se trouve au milieu d'une croix. » Page 435 du *Cours complet de météorologie*, traduit par Ch. Martins. Paris, 1843.

qui couvrait les régions supérieures de l'atmosphère, tandis qu'une belle couronne lunaire se formait simultanément dans les vapeurs légères qui flottaient dans les régions inférieures.

Cette observation confirme une assertion de Kæmtz (1) : bien que certains auteurs assurent avoir vu en même temps des halos et des couronnes, cette coexistence, d'après ses propres observations, est bien rare, et les deux phénomènes sont distincts : la disposition des nuages n'est pas la même dans les deux cas, les couronnes se montrent au milieu des *cumulus*, les halos dans les *cirrus*.

COMMUNICATIONS.

M. le Ministre de l'intérieur ayant témoigné le désir d'obtenir une notice propre à constater l'efficacité des paratonnerres et à dissiper les préjugés populaires qui subsistent encore à ce sujet, M. Duprez a bien voulu se charger de rédiger la notice nécessaire et l'a déposée sur le bureau. M. le secrétaire perpétuel est chargé de transmettre ce document à M. le Ministre de l'intérieur.

—

— M. J.-S. Stas dépose une note qui constate le résultat de certaines expériences chimiques, et se réserve de faire connaître plus tard les découvertes importantes qu'il a faites. Cette note est contre-signée par le directeur et par le secrétaire perpétuel de la classe.

---

(1) Page 431 de l'ouvrage cité.

—

Sur des ossements fossiles découverts à Lierre, le 28 février 1860; par M. François Scohy, médecin de bataillon dans l'armée belge, docteur en sciences.

Le 28 février 1860, vers 6 heures du soir, des ouvriers travaillant au creusement du canal de dérivation de la Nèthe, à Lierre, trouvèrent, entre la porte d'Anvers et celle de Malines, à 150 mètres de cette dernière, un véritable nid d'ossements. L'inattendu de la découverte et l'obscurité qui commençait à se faire dans les travaux firent que, d'abord, on enleva et jeta plusieurs pièces avec les terres du déblai. Mais bientôt on mit à nu de nouvelles pièces que les ouvriers eux-mêmes reconnurent pour des os, malgré leurs dimensions extraordinaires. A dater de ce moment, l'attention des plus indifférents fut éveillée : on remua les terres avec plus de prudence, et on en extraya successivement tout ce que nous avons vu.

Parmi ces pièces, les unes ont une très-grande valeur paléontologique, ce sont celles qui suffisent pour déterminer le genre et même l'espèce des animaux auxquels elles ont appartenu : telles sont, par exemple, les dents; les autres n'ont qu'une importance moins grande, parce qu'elles ne font, pour ainsi dire, que compléter et confirmer les indications fournies par les premières : tels sont les fragments d'os des membres, du bassin, du crâne, etc.

C'est dans cet ordre que nous les étudierons.

Section Ire. — *Des dents.*

1° Quatre dents noires, extrêmement volumineuses et

pesantes, appellent d'abord l'attention. Elles sont à peu près exactement semblables deux à deux.

Les deux plus petites d'entre elles ont la couronne très-aplatie, elliptique, allongée. Le corps de la dent semble se composer de lames verticales, dont les soudures sont indiquées, d'ailleurs, par de légers sillons sur les grandes faces latérales. Chacune de ces lames est formée d'une galette de cément revêtue d'une lamelle d'émail à stries longitudinales. La surface triturante figure de la sorte une plaque de cément parcourue en travers par des filets d'émail en petit relief, qui s'anastomosent deux à deux près des bords alvéolaires. Ces filets, vus de près, offrent de petits festons correspondant aux stries longitudinales de la lamelle d'émail que ces filets terminent. Dans la moitié antérieure de cette surface triturante, le filet d'émail est continu; il se replie sur lui-même en anses allongées de chaque côté de la ligne médiane. Près de l'un des petits bords se trouvent huit petites faces de cément entourées d'émail très-usé, et disposées à peu près comme les papilles de la base de la langue chez l'homme. L'usure de toute cette partie de la couronne annonce qu'elle a servi beaucoup à la trituration. Ces deux dents ont chacune quinze à vingt racines évidentes, conoïdes, de longueur inégale.

Les deux autres dents, plus grossières, sont formées de lames verticales très-distinctes, ayant presque la forme et l'épaisseur de grosses semelles. Elles n'ont pas de racines. Leur surface triturante est disposée de telle façon que la moitié antérieure seule pouvait utilement servir à broyer les aliments, la moitié postérieure reposant sur un plan oblique et déprimé. Les filets d'émail y figurent encore dans leurs contours des ovales transverses à bords sensi-

blement parallèles. Quelques-uns de ces ovales sont légèrement dilatés vers leur centre.

On peut comparer toutes ces dents à des prismes rectangulaires obliques, à arêtes obtuses, ayant environ 15 à 17 centimètres de haut, 8 à 10 de large et 16 à 18 de long. Les deux molaires à racines paraissent formées chacune par la soudure d'une quinzaine de plaques verticales; elles pèsent chacune deux kilogrammes. Les molaires sans racines ont, l'une 21, l'autre 24 de ces plaques, appliquées les unes sur les autres comme des ressorts de voiture, et pèsent chacune environ 5 kilogrammes.

Ce sont donc les deux premières et les deux dernières mâchelières de l'*Elephas mammouteus* (Cuvier) ou *Elephas primigenius* (Blum.).

2° Un cône tronqué, extrêmement dur et plein, long de 45 centimètres, arrondi et courbé en arc. Les deux extrémités sont brisées et mesurent, l'une 6, l'autre 4 1/2 centimètres de diamètre. Du côté de la grosse extrémité se trouve un creux médullaire en entonnoir, de 4 centimètres de profondeur, et sur les parois duquel on voit manifestement que la pièce tout entière est formée de feuillets concentriques. Une portion de la surface de cassure montre, près du petit bout, les arcades celluleuses caractéristiques de l'ivoire.

Prolongé jusqu'à sa terminaison en pointe, ce cône aurait environ un mètre de longueur, ce dont il est, au reste, facile de s'assurer, en reconstruisant géométriquement la figure d'après les génératrices que nous en avons données.

C'est évidemment une défense d'*éléphant*.

3° Un grand nombre de débris d'une pièce cylindro-conique, dure et fragile, très-altérée par son séjour dans

la terre. Il en reste trois morceaux ayant en moyenne 45 centimètres de longueur, 6 à 8 de largeur, 1 à 2 d'épaisseur. Ils sont constitués par des feuillets qui se coiffent intimement les uns les autres. Ce cône était arqué et d'un très-grand rayon de courbure. Le cercle de sa base était légèrement aplati; complété par le calcul, il devait avoir environ 25 centimètres de diamètre. L'épaisseur et le nombre de feuillets augmentent à mesure qu'on se rapproche du sommet. Des fragments, ajustés ensemble, font voir que le creux médullaire, très-large à la base, se rétrécit insensiblement et disparaît à 3 décimètres plus loin. Une partie indique que la surface externe de cette pièce était lisse, polie, et marquée de fines stries longitudinales; une autre semble établir que son extrémité terminale était en forme d'olive très-allongée. Entière, cette pièce n'avait pas moins de 2 mètres et demi de longueur, si l'on en juge par la proportion graduelle dans laquelle elle se rétrécit.

C'est une défense d'*éléphant* de la plus grande dimension, et il est probable qu'elle a appartenu à un individu mâle, celle que nous avons décrite précédemment ayant plutôt l'aspect de la défense d'une femelle.

4° Une dent volumineuse dont la couronne aplatie représente deux colonnes de cément adossées et entourées chacune d'une lame épaisse d'émail. L'une de ces lames dessine un ovale très-aplati et recourbé en tiers de cercle; l'autre un ovale très-aplati et recourbé en deux tiers de cercle. (fig. 1.) Toutes deux sont en relief saillant au-dessus du reste de la couronne. La concavité extérieure de ces deux ovales courbes est tournée vers le même bord de la surface triturante, et limite deux fossettes ou vallons creusés dans l'épaisseur de la couronne. Le vallon borné

par la lame la plus contournée est moins large que l'autre à son ouverture et sensiblement moins profond. Dans son ensemble, le contour des lignes d'émail figure assez exactement un chiffre 3.

Les faces latérales de la couronne sont remarquables par leur couleur noire très-foncée et leur aspect chagriné. Cette coloration noire tranche assez vivement sur celle des racines, qui est terreuse. Un bourrelet coronal mince, mais évident, ajoute encore à la netteté de cette démarcation.

Examinés de très-près ou à la loupe, les filets d'émail de la surface de trituration présentent un nombre infini de raies fines, transverses, parallèles, très-régulières, atteignant seulement la moitié de l'épaisseur des filets, dont elles côtoient les bords centraux.

Les racines, au nombre de quatre, sont soudées deux à deux, irrégulièrement conoïdes, à sommet tronqué et rugueux, peu divergentes, et parcourues par un canal dentaire très-étroit (fig. 2).

Cette pièce, dans son ensemble, est d'une admirable conservation et pèse 120 grammes; elle se rapporte au genre *rhinocéros*. Quant à l'espèce, nous l'attribuons au *R. megarhinus*, dont elle serait la sixième molaire inférieure gauche.

5° Une dent, plus petite de moitié que la précédente, constituant une sorte de prisme à base carrée légèrement courbé sur sa longueur. La couronne indique deux petits croissants de cément placés bout à bout, entourés d'un mince ruban festonné d'émail. Dans chacun de ces croissants est creusé un trou rond d'un centimètre de profondeur. L'un de ces trous a le diamètre d'une graine de colza, l'autre le diamètre d'une graine de chanvre. Un

deuxième ruban d'émail, moins festonné, fait le tour de presque toute la dent, dont il enveloppe ainsi les petits croissants et le reste du cément. Ce dernier ruban forme, près d'un bord, du côté de la convexité des croissants, ce qu'on pourrait nommer une presqu'île de cément entourée d'émail. L'usure plus grande du cément rend toutes ces lignes d'émail très-saillantes sur la surface de trituration.

Les faces latérales de la dent n'offrent rien de particulier; seulement l'une d'entre elles, celle qui correspond à la concavité des croissants, est parcourue du haut en bas par une gouttière médiane profonde, limitée de chaque côté par une demi-colonne qui se perd sur la racine correspondante.

Les racines comprennent quatre tubercules rugueux, grossièrement cylindriformes, presque pleins et assez distincts les uns des autres.

La détermination de cette pièce est, au reste, très-facile : c'est une dent de *cheval,* et très-probablement la quatrième molaire de la mâchoire supérieure gauche.

6° La dernière pièce de cette catégorie, et sans contredit la plus importante, est un fragment d'os portant deux dents encore implantées dans leurs alvéoles. Ces dents sont évidemment une canine et une molaire.

La canine est fusiforme, arquée. Sa couronne est conoïde, courbée, convexe en avant, à pointe arrondie. La face de cette couronne, qui regarde au dedans de la bouche, est légèrement aplatie, c'est-à-dire triangulaire, et limitée sur les côtés par deux côtes sensibles qui naissent près de la pointe et se terminent assez brusquement au niveau du collet. Un bourrelet appréciable à la vue et au toucher termine inférieurement la couronne. La racine est unique,

renflée au milieu, à sommet tronqué; elle est creusée très-largement à l'intérieur. Sa direction prolonge l'arc que décrit la couronne dont elle est cependant très-nettement séparée par la coloration noire et le bourrelet de celle-ci.

La dent molaire est plus courte; sa couronne est conoïde, aplatie de dehors en dedans, surtout en dedans. La face interne de cette couronne est un peu concave de haut en bas; sa face externe, c'est-à-dire celle qui regarde hors de la bouche, est convexe. Une côte sensible règne sur le bord antérieur de la couronne, une autre sur le bord postérieur. Ces côtes naissent près de la pointe, qui est mousse; à partir de là, elles se renforcent, deviennent très-apparentes au bas de la couronne, où elles semblent se bifurquer, surtout l'antérieure, pour grossir ou pour constituer le bourrelet qui limite et entoure la base de la couronne. Ce bourrelet est, en effet, plus manifeste en avant et en arrière qu'en dehors et en dedans, où il semble se relever et s'effacer, offrant ainsi une légère échancrure qui correspond à l'intervalle qui sépare les racines. Les racines sont au nombre de deux, cylindroïdes, très-creuses; l'antérieure est droite, la postérieure légèrement courbe; toutes deux semblent sortir de dessous le bourrelet coronal pour fixer la dent dans son alvéole.

Ces deux dents sont deux véritables perles de la plus parfaite intégrité et de la plus merveilleuse conservation. Leurs couronnes sont brillantes, un peu chagrinées et d'un noir de jais qui contraste vivement avec la couleur terne brunâtre des racines.

Le fragment d'os auquel elles sont adhérentes porte en outre deux traces d'alvéoles d'incisives au-devant de la canine et deux traces d'alvéoles de molaires, l'une devant, l'autre derrière la molaire restée en place. La racine de

ces incisives était aussi grosse que l'une des racines de la molaire. Il résulte de cette disposition des alvéoles que toutes ces dents, incisives, canines et molaires, étaient implantées si près les unes des autres, que non-seulement il n'y a aucune trace de barre, mais qu'il y a même à peine des traces de cloison osseuse entre la canine et la première molaire, comme entre celle-ci et celle qui la suit (fig. 1.) La première molaire suivait immédiatement la canine; elle avait deux racines qui touchaient en avant celle de la canine et en arrière celles de la deuxième molaire; et ce n'étaient pas des molaires rudimentaires, puisque celle qui est conservée a déjà presque le volume de la canine elle-même. Le râtelier d'aucun carnassier vivant, ni celui du tigre, ni celui de l'ours, ni celui des différentes espèces du genre *Canis*, n'offre l'image d'un rapprochement aussi étroit de toutes ces dents, ni d'un développement aussi considérable des premières molaires. La tête de l'animal qui portait ce râtelier atteignait les dimensions de celle du tigre, qu'il devait aussi égaler en férocité ou plutôt en carnivorité, à moins que les molaires du fond de sa bouche ne fussent plus aplaties et moins tranchantes, ce qui est, d'ailleurs, une pure supposition.

Tout en reconnaissant, dans cette pièce que nous venons d'analyser, beaucoup d'analogie avec les genres *Pterodon* et *Hyenodon*, nous l'attribuons au genre *Canis*. Quant à l'espèce, nous n'en avons vu aucune, ni décrite, ni figurée, qui lui corresponde exactement. Nous admettrions peu volontiers qu'elle appartînt au *Canis familiaris fossilis*, avec lequel elle a plutôt une grande affinité qu'une complète similitude.

Au-devant de la canine, le fragment d'os porte, outre les deux traces d'alvéoles incisives, une surface ovalaire,

rugueuse, destinée à former avec l'os similaire du côté opposé, la symphyse du menton. Cette surface rugueuse empiète sur la table interne de l'os. Le fragment d'os est donc l'extrémité antérieure brisée du maxillaire inférieur gauche; car le bord de cet os, opposé au bord alvéolaire, est un bord lisse et continu. Les dents sont, par conséquent, la canine et la deuxième molaire inférieure gauches d'une espèce à dénommer du genre *Canis*.

Section II. — *Des ossements.*

Indépendamment des dents, on a encore exhumé un grand nombre d'ossements, fracturés et brisés pour la plupart en différents morceaux. Nous les avons rangés en plusieurs catégories, suivant les animaux auxquels ils ont appartenu, et nous avons pu, sans trop de difficultés, reconnaître, au milieu des débris, les pièces suivantes :

A. — 1° Un os iliaque droit, d'une pesanteur et d'une dimension si extraordinaires, qu'un homme seul peut à peine le transporter. La symphyse pubienne mesure environ un demi-mètre de hauteur. Les distances de l'épine iliaque antérieure et supérieure à l'ischion et à la symphyse sacro-iliaque, sont d'un mètre. La cavité cotyloïde a 20 centimètres de diamètre. La crête iliaque est détachée en fragments spongieux, et, à son niveau, l'os atteignait l'épaisseur énorme de 20 centimètres et plus.

Malgré l'irrégularité anatomique de sa forme, cette pièce est complète, et n'offre des traces d'altération que dans la symphyse du pubis. Il règne dans ses proportions, dans la disposition relative de toutes ses parties, tant de ressemblance avec celles de l'os iliaque humain, qu'il n'y a pas une seule saillie, pas une seule anfractuosité de celui-

ci qui ne se retrouve, dans l'autre, à la même place et avec les mêmes caractères.

Cet os iliaque est d'un tiers plus grand en tous sens qu'un os iliaque d'éléphant moderne.

2° Une demi-boule osseuse, s'adaptant si exactement à la cavité cotyloïdienne du précédent, qu'on y reconnaît, sans plus d'examen, une tête de fémur, détachée du corps de l'os par fracture, ou peut-être aussi par consolidation encore imparfaite des adhérences épiphysaires;

3° Une rotule ovoïde avec sa face articulaire en dos d'âne;

4° Une première phalange d'un doigt, deux fois plus longue que large (15 centimètres sur 8, et 25 à 28 de circonférence). Son corps est cylindro-prismatique, à trois faces arrondies. Les fossettes d'insertion des ligaments latéraux sont rugueuses et profondes; les surfaces articulaires sont l'une plano-convexe, l'autre plano-concave. Cette pièce et la précédente offrent, au volume près, beaucoup de ressemblance avec leurs analogues chez l'homme;

5° Un os long (65 centimètres sur 8 de diamètre moyen), dont une extrémité surtout offre un renflement considérable en forme de massue ou de palette. Toutes les arêtes et les faces de repère de cet os sont effacées, érodées par le séjour dans la terre. Néanmoins, sa forme, sa longueur, ses renflements, la légère courbe qu'il affecte sur sa longueur, caractérisent un radius; l'extrémité en palette appartient à la tête inférieure ou carpienne de l'os.

6° Dix fragments de côtes, reconnaissables à la gouttière des vaisseaux et nerfs intercostaux. Ils ont en moyenne 6 à 7 centimètres de diamètre, 10 à 30 de longueur. Leur rayon de courbure est de plus d'un mètre. Ces fragments sont plus arrondis vers leur extrémité ver-

tébrale, plus aplatis et moins rugueux vers leur extrémité sterno-abdominale; mais aucun ne présente assez d'étendue ni assez de caractères pour permettre de lui restituer son rang probable. L'un d'eux cependant paraît être la première côte.

7° Le crâne et la face sont représentés par un grand nombre de débris, si mutilés et pour la plupart dans un tel état de dégradation, que ce n'est qu'au prix des plus laborieux tâtonnements que nous sommes parvenu à nous y orienter.

Deux masses informes, dont l'une n'a pas moins de 16 à 20 décimètres cubes de volume, se distinguent chacune par un condyle occipital à leur partie postéro-inférieure. Ces condyles sont très-convexes et figurent deux ellipsoïdes allongés d'avant en arrière ou plutôt de haut en bas, dans la station naturelle de l'animal. Leurs petits axes mesurent 12, leurs grands axes, ou axes verticaux, sensiblement parallèles, 18 à 20 centimètres de longueur. Leur rapprochement symétrique rétablit le trou occipital, ouverture oblongue dans le sens transverse, ayant 24 centimètres de diamètre horizontal, sur 10 à 13 de diamètre vertical, dimensions qui sont presque doubles de celles des éléphants. Au-devant des condyles occipitaux, on voit, de chaque côté, sur les deux mêmes fragments, un énorme condyle convexe, transverse, derrière lequel se trouve une excavation profonde : ce sont les articulations temporo-maxillaires.

Il s'en faut beaucoup que les os du crâne soient fracturés et séparés dans le sens de leurs sutures. De là vient qu'une même pièce porte souvent des parties appartenant à plusieurs os voisins. Celles que nous venons de mentionner se rapportent à l'occipital et au temporal. Leur

coaptation avec les autres est si grossière et présente tant de lacunes, qu'il est impossible de reconstituer les régions dont elles font partie. Un fragment montre le trou auditif, et, au-dessous, la base de l'apophyse zygomatique. Une face large, unie, convexe d'un côté et spongieuse de l'autre, est un reste de la table externe d'un pariétal.

Mais les caractères les plus frappants de la plupart de ces ossements sont leur épaisseur et leur structure exceptionnelles. Cette épaisseur dépasse presque toujours 10 centimètres; elle en atteint plus de 30 à la partie supérieure et postérieure du crâne. L'énorme espace compris entre la table externe et la table interne est occupé par une innombrable quantité de cellules, de sinus alvéolaires à minces parois. La table interne est peu anfractueuse du côté cérébral. D'après ce qui en reste, d'après la prise en considération de cette monstrueuse épaisseur des os, on peut estimer que l'animal, dans une tête, de moitié plus volumineuse que celle d'un éléphant, portait un encéphale arrondi, à peu près aussi long et aussi haut que large, et qui, cependant, atteignait à peine les dimensions d'une tête d'homme adulte.

Parmi les débris qui représentent la face, on trouve deux portions symétriques des maxillaires supérieurs. Elles portent chacune une apophyse montante, et une tubérosité rugueuse qui est destinée à l'insertion de l'os jugal, et qui constitue l'extrémité antérieure de l'arcade zygomatique.

Un fragment volumineux d'os intermaxillaire figure une espèce de gouttière, longue de plus d'un demi-mètre, de 2 centimètres d'épaisseur et courbée en arc dans le sens de sa longueur. La concavité de la gouttière est tournée du côté de la convexité de cette courbe en lon-

gueur. Sa courbure et le diamètre intérieur du cylindre creux auquel elle appartient s'adaptent d'ailleurs parfaitement à la courbure et au diamètre extérieur que nous avons attribués aux grandes défenses décrites précédemment. Il est donc probable, pour ne pas dire plus, qu'elle leur a servi d'étui ou d'alvéole. Sa face externe ou cutanée est lisse; sa face interne est chagrinée, et çà et là on y voit des empreintes nervoso-vasculaires, comme on en voit, chez l'homme, sur la face des os que tapisse une muqueuse. L'orifice antérieur de cet étui alvéolaire est sensiblement évasé; un léger bourrelet osseux règne à son pourtour, et son axe intérieur est oblique en bas et en dehors, d'où il résulte que les défenses se dirigeaient en bas, se recourbaient en haut et divergeaient en dehors.

Les seules pièces de la tête qui méritent encore quelque mention, sont deux petits fragments de la symphyse mentonnière, dont l'adossement reconstitue, en partie, la gouttière horizontale antéro-postérieure qui termine et surmonte en avant la mâchoire inférieure.

Un simple coup d'œil jeté sur tous ces ossements que nous venons d'énumérer, suffit pour convaincre qu'ils ont tous appartenu au même squelette; nous les rapportons, sans hésiter un seul instant, à la charpente osseuse d'un mammouth de la plus grande puissance; et, malgré la taille gigantesque que ces restes lui assignent, on peut établir qu'il n'avait pas encore acquis l'extrême limite de son développement.

8° Mais trois pièces importantes se rattachent évidemment à ce groupe colossal : ce sont deux humérus ayant chacun un demi-mètre de long, et plus d'un demi-mètre de circonférence moyenne. Ces deux portions d'os sont

identiques; elles proviennent chacune d'un humérus droit, donc, de deux animaux différents. La troisième pièce est un humérus gauche, mais d'un individu manifestement plus jeune et plus petit. Il est digne de remarque que ces trois humérus ont été fracturés presque aux mêmes endroits, et que, dans tous les trois, par conséquent, ce sont exactement les mêmes parties qui manquent, à savoir la tête et les tubérosités humérales supérieures, les fossettes et l'articulation huméro-cubitale. L'empreinte deltoïdienne est une longue côte rugueuse, et la fosse coronoïde est plutôt une face un peu concave en avant qu'une fosse proprement dite.

Il résulte de là que nous avons des restes de trois mammouths différents : deux grands et un plus petit. Cette conclusion concorde avec celle à laquelle conduit le seul examen des défenses et des dents. L'un des deux grands provient d'un individu mâle et l'autre d'une femelle qui, sans doute, aura été fidèlement suivie par son petit, dans la mort comme dans la vie.

B. — Après avoir fait l'examen de toutes ces pièces, l'attention et la curiosité sont naturellement entraînées vers trois extrémités d'os longs que nous n'avons pas encore indiquées.

Elles sont presque semblables; deux sont de même taille, une droite et une gauche; la troisième provient évidemment d'un sujet plus petit; les trois os longs auxquels elles ont appartenu ont été rompus précisément à la même place, c'est-à-dire vers leur tiers inférieur, et dans toutes les trois, une même moitié du condyle articulaire qu'elles portent a été fracturée.

Le diamètre de ces pièces n'est pas inférieur à celui d'un fémur ou d'un humérus d'éléphant moderne; et ce-

pendant elles n'appartiennent à aucun des mammouths dont il vient d'être question. Elles indiquent une articulation à deux condyles, séparés par une coulisse et terminant un os fortement tordu sur son axe : or, ces caractères excluent le fémur et l'humérus d'éléphant, qui se distinguent facilement par la simplicité exceptionnelle de leur forme. L'excavation qui surmonte la convexité articulaire, en avant comme en arrière, indique un humérus, ou plutôt trois humérus. En nous fondant sur le volume et la configuration de l'articulation, sur la torsion et la fracture ovalaire du corps de l'os, sur les circonstances mêmes et sur le mode de cette rupture, nous les attribuons à deux *rhinocéros* différents. Il suffit, en effet, de jeter un simple coup d'œil sur un humérus de rhinocéros, pour saisir toutes ces analogies et pour se convaincre qu'il y a, dans cet os, deux lignes de moindre résistance suivant lesquelles il se fracturera toujours invariablement, à savoir, la base du condyle radial et le rétrécissement brusque que subit le corps de l'os à son tiers inférieur, au-dessous de cette énorme crête qui représente l'insertion deltoïdienne.

C. — 1° Un os long d'environ 25 centimètres, de la grosseur d'un humérus humain, à corps convexe arrondi en avant, excavé en gouttière longitudinale en arrière, porte, à l'une de ses extrémités, plusieurs facettes obliques, avec une apophyse styloïde très-saillante, et à l'autre extrémité, une sorte de cupule et de demi-poulie articulaire : c'est évidemment le radius soudé au cubitus d'un renne ou d'un cerf. Une crête, qui parcourt presque toute la longueur de l'un des bords de la gouttière postérieure indique le cubitus. Cette crête a été fracturée à l'endroit précis où elle se détache de l'os pour constituer l'olécrâne;

en sorte qu'il ne reste aucune trace de cette apophyse. La face convexe présente au bas des coulisses tendineuses.

Nous rangeons à côté de cette pièce, d'ailleurs bien conservée :

2° Une extrémité inférieure d'humérus avec le condyle radial et la trochlée cubitale séparés par une coulisse, et que la comparaison force d'assigner au même animal que l'os précédent;

3° Une vertèbre cervicale, très-exactement semblable à la quatrième vertèbre cervicale chez les cerfs;

4° Enfin un fragment de bois de cerf d'un demi-mètre de long, fracturé au sommet et de la grosseur moyenne d'un fémur humain. Une ramification basilaire naît immédiatement au-dessus du bourrelet d'insertion; deux autres se détachent de l'arbre sur son trajet. Toutes trois sont fracturées; néanmoins, on peut constater qu'elles étaient arrondies.

Cela suffit, au reste, pour caractériser le *cerf fossile.*

Le volume des os annonce un animal aussi grand que les plus forts rennes actuellement vivants. Cependant son bois était comparativement très-petit. Il n'en pouvait être autrement, en raison de la longueur du cou, qui était, à en juger d'après sa vertèbre, deux fois plus longue que chez ces animaux.

En résumé, on a exhumé à Lierre des dépouilles fossiles de huit individus différents, représentant cinq espèces, qui sont :

1° L'*Elephas primigenius* (mammouth, *Elephas mammouteus*);

2° Le rhinocéros *megarhinus;*

3° Le cheval fossile (*Equus fossilis*);

4° Une espèce du genre *Canis;*

5° Le cerf fossile (*Cervus primigenius*, ou *Elephas fossilis*).

Malheureusement, les fouilles ont été interrompues dès le lendemain par l'urgence d'autres travaux de terrassement. Cependant des ouvriers affirment avoir senti sous la bêche, et même avoir vu d'autres ossements que la conduite des eaux dans la tranchée ne leur donna pas le temps de retirer. La certitude est donc bien acquise qu'il y a là un gisement d'os fossiles presque à découvert que l'on pourrait exploiter avec la plus grande facilité, en mettant le fossé à sec et en endiguant 20 ou 30 mètres seulement de son lit. Au reste, la disposition des écluses permet de faire écouler les eaux à volonté, circonstance qui, jointe au peu de cohésion du terrain à enlever, simplifierait, au point de réduire, pour ainsi dire, à rien, le travail de cette exhumation.

Mais il y a lieu d'espérer que ce travail sera exécuté sous les auspices du Gouvernement lui-même.

Ces considérations nous amènent naturellement à nous occuper un instant de la question géologique, non moins importante que la question paléontologique soulevée par cette découverte : Quelle est la nature du terrain dans lequel elle était enfouie?

D'après le témoignage de plusieurs entrepreneurs, des officiers du corps des ponts et chaussées et de différentes personnes qui ont creusé des puits dans le voisinage, cette couche de terrain est d'une telle puissance, qu'on la retrouve encore, avec tous ses caractères, à la profondeur de 15 et même de 25 mètres. Elle commence immédiatement au-dessous de la terre végétale, qui a à peine un demi-pied d'épaisseur, de sorte qu'elle en constitue à la fois la base chimique et le sous-sol. Elle est formée d'un sable glauconifère grossier, mêlé, dans la proportion d'un

tiers ou d'un quart, de ces granules foncés qui donnent à l'ensemble une teinte bleu-verdâtre, quand le terrain est fraîchement remué. On y trouve, de plus, de petits fragments de quartz, tantôt vitreux et tantôt opaques, à angles et à faces plus ou moins arrondis, de la grosseur moyenne d'une graine de chanvre et plus.

Après un certain temps de séjour à l'air, la coloration glauque de ce terrain se modifie sensiblement et vire au jaune d'ocre, par la peroxydation du sel de protoxyde de fer qu'il renferme. Telle est même, en certains endroits, la teinte primitive dont se rapproche la couche sur place; mais c'est évidemment le même terrain, puisque ces couches plus jaunâtres ne diffèrent en rien des couches bleues devenues jaunâtres au contact de l'air ou de l'eau aérée.

L'exploration attentive de plus de 1000 mètres cubes de ce sable fraîchement déblayé ne nous y a fait découvrir ni coquillages, ni cailloux roulés.

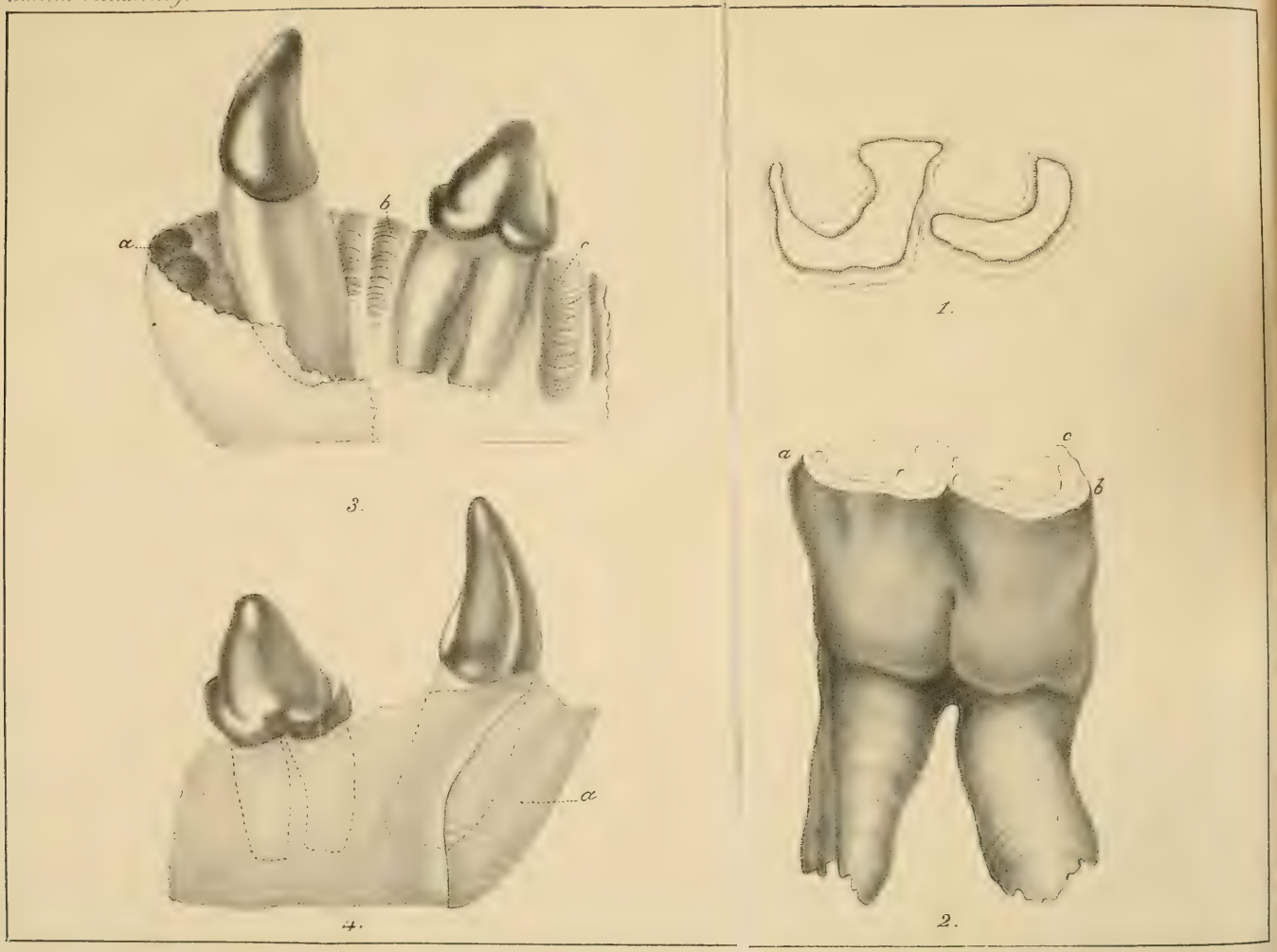
On peut conclure et établir positivement, d'après la prise en considération de cet ensemble de caractères, que ce terrain a pour base le terrain distien de Dumont, mais remanié, altéré dans la pureté de ses éléments constitutifs par la superposition, ou plutôt le mélange de terrains plus récents. Les ossements ont été trouvés tous à la même place, comme si les animaux dont ils proviennent avaient été ensevelis ensemble dans la même fosse. On était à 10 et 11 mètres au-dessous du niveau du sol, et à 2 mètres, 2 mètres et 30 centimètres au-dessus du niveau moyen de la mer.

Diverses circonstances cependant tendent à enlever une partie de son importance à la mesure exacte de cette profondeur : le canal de dérivation que l'on construit aujourd'hui n'est en réalité que l'approfondissement du fossé de

l'enceinte moderne de la ville, enceinte qui date de 1406, et le long de ce fossé, il a existé, de mémoire d'homme, des travaux de fortification qui ont été démantelés dans le cours du siècle dernier.

Dans cet endroit, comme dans presque toute l'étendue de la vallée où serpente la Grande-Nèthe, il y avait des tourbières qui ont été exploitées dans le cours du XVIIme et du XVIIIme siècle. On en exploitait même encore à peu de distance du gisement des os, quand fut promulguée la législation de Marie-Thérèse sur cette exploitation, et plus d'une famille, dans la localité, a conservé le souvenir des procès interminables auxquels ces nouveaux règlements purent à peine mettre fin. On aurait même découvert, à ce qu'il paraît, dans ces tourbières, une grande quantité d'arbres à peu près entiers et offrant cette particularité remarquable, qu'ils étaient couchés dans le même sens, comme s'ils avaient tous été renversés par un même ouragan ou par un même torrent, et se dirigeant du NO. au SE. de la province d'Anvers.

Quoi qu'il en soit, nulle commune peut-être ne justifie mieux la comparaison qu'on a faite de cette province avec un ossuaire, un immense cimetière du vieux monde. Le musée du château de Léau, que Joseph II fit transférer à Vienne et dont les ducs de Bourgogne avaient rassemblé les premiers matériaux, était littéralement rempli, à ce qu'on assure, de fossiles recueillis aux environs de Lierre. Vers l'an 1790, un chanoine nommé Vissers, qui vécut longtemps dans cette ville, se réfugia à Vienne, emportant avec lui, au dire d'un magistrat qui l'a connu, cinq charretées d'ossements collectionnés dans la banlieue, et qui sont allés, comme les précédents, enrichir le musée impérial d'Autriche. Un fait, très-simple en apparence,



1-2. Rhinoceros megarhinus. 3-4. Canis (C. familiaris fossilis?) grand. natur.

prouve d'ailleurs combien de semblables découvertes ont dû être fréquentes dans le voisinage, c'est que les villageois eux-mêmes ont un nom pour les qualifier. D'après eux, ce sont des *os de monstres marins*. Cette dénomination curieuse ne semble-t-elle pas, à elle seule, résumer toute une chronique ou une légende?

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. Surface de trituration de la dent de rhinocéros montrant le liséré de raies sur les lames d'émail.

2. Vue de la même dent sous ses faces latérales.

3. Même pièce vue par la face interne. — Surface ovalaire rugueuse pour la symphyse du menton.

4 Fragment d'os maxillaire inférieur gauche portant deux dents, vu par sa face externe. — Deux alvéoles incisives au-devant de la canine; deux alvéoles molaires, l'une devant, l'autre derrière la molaire restée en place.

(Grandeur naturelle.)

Séance du 2 juin 1860.

M. Van Beneden, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Martens, Cantraine, Kickx, Stas, De Koninck, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. du Bus, Gluge, Schaar, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, *membres;* Schwann, Lacordaire, Lamarle, *associés;* Maus, Gloesener, *correspondants.*

CORRESPONDANCE.

M. Maury, directeur de l'observatoire de Washington et associé de l'Académie, adresse ses remercîments pour les publications destinées à l'établissement qu'il dirige.

— M. Lartigue, capitaine de vaisseau, écrit à l'Académie en lui faisant hommage de son travail sur la théorie des vents et sur le système de circulation atmosphérique de M. Maury. — Remercîments.

— M. le secrétaire perpétuel dépose deux ouvrages manuscrits qui lui ont été adressés, savoir :

Sur un point de la théorie de la formule de Stirling, par M. Henri Limbourg, répétiteur d'analyse à l'École du génie civil de Liége.

Sur une nouvelle fonction génératrice des fonctions symétriques, par M. F. Meier, docteur en sciences à Liége.

MM. Timmermans et Schaar ont été nommés commissaires pour l'examen du premier mémoire, et MM. Timmermans et Lamarle pour le second.

— M. Brasseur, membre de l'Académie, présente un ouvrage imprimé de sa composition, intitulé : *Programme du cours de géométrie descriptive.* — Remercîments.

— M. Florimond adresse de Louvain quelques remarques sur les orages qui se sont succédé pendant toute la journée du 28 mai et pendant une partie de la nuit : « Vers 4 heures surtout, dit-il, au milieu d'une rafale, il est tombé beaucoup de grésil mêlé de neige; mais la neige se dis-

sipait avant d'atteindre le sol. Vers huit heures du soir, les coups de tonnerre étaient assez fréquents. »

M. Ad. Quetelet, à qui la lettre est adressée, dit que le même phénomène a été observé à Bruxelles. Il communique une autre lettre de M. Montigny, correspondant de l'Académie, qui lui apprend que pendant l'orage du 19 février, qui a été si fatal aux églises du pays, la foudre a frappé le paratonnerre de l'église d'Heyst-op-den-Berg, village situé à 4 lieues de Malines, entre cette ville et Herenthals; il ajoute que l'on vit le fluide électrique descendre le long du paratonnerre sous forme de boule de feu, sans occasionner de dégât. Ainsi sur vingt-cinq églises qui ont été frappées de la foudre, les deux seules qui n'ont rien souffert étaient munies de paratonnerres.

— M. Melsens, ne pouvant assister à la séance, fait part qu'il se propose de constater par écrit les renseignements qu'il a communiqués précédemment à l'Académie sur quelques faits particuliers relatifs à la déflagration de la poudre à canon.

Dans la séance du 31 mars dernier, la classe des sciences, satisfaisant à la demande qui avait été adressée par M. le Ministre de l'intérieur, lui soumit quatre questions appartenant au domaine des sciences physiques et mathématiques et pouvant fournir la matière des concours extraordinaires décrétés en principe par arrêté royal du 26 janvier 1860. Un nouvel arrêté royal vient d'approuver et de ratifier les propositions de l'Académie; en voici la teneur :

« LÉOPOLD, ROI DES BELGES, ETC.

A tous présents et à venir, SALUT.

» Vu l'arrêté royal du 10 décembre 1859, disposant que la somme de 5,000 francs affectée au prix quinquennal des sciences physiques et mathématiques pour la période de 1854 à 1858, prix non décerné, sera appliquée à des concours extraordinaires;

» Vu les questions proposées par l'Académie royale de Belgique;

Sur le rapport de Notre Ministre de l'intérieur,

» NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS :

» ART. 1er. Un concours extraordinaire est ouvert pour chacune des quatre questions suivantes :

Questions des sciences mathématiques.

PREMIÈRE QUESTION.

» *Généraliser le théorème de Sturm en l'étendant à un système de deux équations à deux inconnues.*

DEUXIÈME QUESTION.

» *Trouver et discuter l'intégrale de l'équation des lignes de courbure à la surface lieu géométrique des points dont la somme des distances, à deux droites qui se coupent, est constante.*

Questions des sciences physiques.

TROISIÈME QUESTION.

» *Déterminer, à l'aide d'expériences nouvelles, si une*

quantité donnée de travail mécanique peut développer constamment une même quantité de chaleur, et réciproquement si une même quantité de chaleur est susceptible de produire la même quantité de travail mécanique.

QUATRIÈME QUESTION.

» *On demande si le principe de Joule est applicable aux effets de la poudre dans les bouches à feu. Dans la négative ou dans l'affirmative, déterminer les conditions des mouvements des gaz produits par la déflagration de la poudre dans l'âme des bouches à feu et, subsidiairement, dans d'autres circonstances.*

» Art. 2. Le prix du concours pour la première et la troisième question sera de quinze cents francs; le prix pour la deuxième et pour la quatrième sera de mille francs.

» Art. 3. Les concurrents adresseront leurs ouvrages au Département de l'intérieur avant le 20 septembre 1862.

» Art. 4. Le jugement du concours se fera conformément aux dispositions qui régissent les concours pour les prix quinquennaux établis par l'arrêté royal du 6 juillet 1851.

» Art. 5. Notre Ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent arrêté.

» Donné à Laeken, le 31 mai 1860.

» LÉOPOLD.

» Par le Roi :

» *Le Ministre de l'Intérieur,*

» Charles Rogier. »

RAPPORTS.

Sur un nouveau système enregistreur des observations de tous les instruments météorologiques; par M. Ch. Noël, de Paris.

Rapport de M. Duprez.

« Dans le travail présenté à l'Académie, M. Noël expose un procédé enregistreur des observations météorologiques à l'aide duquel on obtient sur une feuille de papier une courbe qui, une fois la feuille retirée de l'appareil, fait connaître, *sans relevé*, les observations qu'elle représente. Il choisit, pour appliquer son procédé aux variations de la pression atmosphérique, la disposition particulière employée par M. Liais, dans son baromètre à *maxima* et à *minima;* il fait voir que la même disposition peut être adoptée pour un thermomètre dont le réservoir et le tube ont des dimensions suffisamment grandes, et il applique également son système à l'anémomètre de M. Du Moncel.

Ce qui suit pourra donner une idée de l'enregistreur proposé par M. Noël.

Une feuille de papier, imprégnée d'azotate d'ammoniaque décomposable par un courant électrique, se meut horizontalement d'un mouvement lent et régulier de manière à parcourir un millimètre toutes les trois minutes; une plaque d'ivoire placée horizontalement au-dessus de la feuille de papier, dans une direction perpendiculaire au mouvement de cette dernière, porte une série de pointes de fer, toutes situées sur une même ligne droite, à des

distances d'un millimètre les unes des autres, et en nombre suffisant pour l'instrument météorologique dont on veut enregistrer les observations : cette plaque est solidement fixée et les pointes sont en contact avec le papier, en sorte qu'une quantité égale de papier passe sous ces pointes dans des temps égaux. Cela posé, et les observations ayant lieu toutes les trois minutes, si l'on imagine qu'à chacune d'elles un courant électrique passe dans l'une des pointes, dans celle qui correspond à la position de l'instrument météorologique au moment de l'observation, l'action décomposante de ce courant sur l'azotate d'ammoniaque marquera un point sur le papier, et comme il en sera de même pour toutes les observations successives, on obtiendra sur le papier une série de points placés à distances égales en abscisse et en ordonnée, points qui constitueront par leur ensemble une courbe dont on n'aura plus besoin de faire le relevé.

L'enregistreur de M. Noël est d'une application très-compliquée, lorsqu'il s'agit d'un instrument météorologique dont les variations ont quelque étendue. Ainsi, par exemple, pour enregistrer par son intermédiaire des dixièmes de millimètre du baromètre, il faut employer autant de pointes de fer en contact avec le papier impressionnable par le courant électrique, qu'il se produit de dixièmes de millimètre de variation dans la hauteur barométrique; or, comme on peut compter, dans nos climats, sur une variation annuelle de cinq à six centimètres de mercure, on voit que l'enregistrement de cette variation exigerait l'emploi de plusieurs centaines de pointes implantées dans la plaque d'ivoire. D'un autre côté, toutes ces pointes doivent communiquer par des fils conducteurs avec autant de divisions métalliques, marquées sur un

cercle d'ivoire, et dont chacune répond à une hauteur déterminée de la colonne du baromètre, et enfin divers systèmes d'engrenages sont mis en jeu à chaque observation, soit pour faire passer ou arrêter le courant électrique, soit pour faire arriver le couteau tranchant d'une palette sur la division du cercle correspondante à la hauteur que marque l'instrument.

J'ignore si M. Noël a soumis le procédé enregistreur qu'il propose à l'épreuve de l'expérience, du moins il ne le dit point dans sa note d'une manière explicite. L'Académie comprendra qu'en l'absence de résultats obtenus et comparés à ceux que fournissent les instruments météorologiques observés directement, je ne puis me prononcer sur le degré de précision dont le procédé en question est susceptible; je crois cependant que, par suite de la grande complication qu'il présente dans ses applications, les erreurs d'observation seront bien supérieures à celles des appareils enregistreurs en usage dans les observatoires. Malgré cette opinion personnelle et l'absence de résultats, je voterais l'impression de la note dans le *Bulletin* de la séance, si je n'étais retenu par une considération relative au grand nombre des figures, dont elle est accompagnée : ces figures occupent huit planches, et je ne vois pas que, dans l'état actuel du travail de l'auteur, on puisse les réduire à un plus petit nombre. »

M. Quetelet, second commissaire, souscrit à ce rapport, qui est adopté par l'Académie.

La classe décide que des remercîments seront adressés à l'auteur, et que le rapport de M. Duprez sera inséré dans le *Bulletin* de la séance.

—

— MM. Schaar, Timmermans et Gloesener font connaître leur avis sur une notice de M. Zenger, intitulée : *Recherches sur la vitesse de la lumière et sa dépendance de l'action des forces moléculaires.* Après quelques remarques au sujet de ce travail, il est décidé que des remercîments seront adressés à l'auteur.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Synopsis des Agrionines, — *Ire légion :* Pseudostigma; par M. Edm. de Selys-Longchamps, membre de l'Académie.

Je ne donne aujourd'hui que la première Division des Agrionines, comprenant les genres qui ne possèdent pas un vrai ptérostigma bien circonscrit et d'une seule cellule.

Dans cette division, très-peu nombreuse en espèces, représentant, sous le rapport du ptérostigma, la légion des Caloptéryx, cet organe est remplacé par un *faux ptérostigma* mal circonscrit, comprenant plusieurs cellules, comme chez les femelles des *Calopteryx* et des *Nevrobasis*, ou manque tout à fait, comme chez les *Vestalis* et la plupart des *Hetærina*.

Les *Pseudostigmatées* sont les géants des Agrionines, et même des Odonates; mais des géants très-grêles et très-peu robustes, comme d'ailleurs les autres groupes des Agrionines. Nous ne connaissons que douze espèces, toutes de l'Amérique tropicale, depuis le Mexique jusqu'au Brésil.

Linné n'en a décrit aucun; Fabricius et Drury en connaissaient deux espèces, Rambur répartit ce groupe en trois genres, comprenant douze *Mecistogaster*, deux *Microstigma* et un *Megaloprepus*; mais ces quinze espèces nominales doivent être réduites à six.

M. Hagen et moi avons ajouté deux *Microstigma* (*M. rotundatum*, De Selys, et *M. maculatum*, Hag.), deux *Mecistogaster* proprement dits (*M. astictus*, Burm. MS. et *M. modestus*, De Selys) et deux *Mecistogaster* d'un sous-genre particulier (*Pseudostigma aberrans*, De Selys et *Ps. accedens*, De Selys). J'ai été, d'ailleurs, amené à ne considérer les *Microstigma* de Rambur que comme un sous-genre de ses *Megaloprepus*.

Le coup d'œil entomologique du docteur Rambur est si perspicace, et les espèces d'Odonates qu'il a créées sont généralement si bonnes, qu'il est juste de dire comment, dans son genre *Mecistogaster*, il a fallu réduire à quatre ses douze espèces; cela provient de ce que M. Rambur n'a vu qu'un petit nombre d'individus appartenant à des âges et à des sexes différents, et que, dans ce genre, la coloration et même la forme du bout des ailes et du faux ptérostigma varient considérablement sous ce double rapport, au point que ce n'a pas été sans peine que je suis parvenu à des résultats que je crois, du reste, positifs. J'ai l'espoir que mes diagnoses, assez courtes, suffiront pour faire reconnaître facilement les douze espèces que je connais.

M. le Dr Herm-A. Hagen (de Kœnigsberg) a bien voulu me communiquer les renseignements qu'il avait recueillis. Ce sera encore avec sa collaboration précieuse que j'aborderai incessamment la *Monographie des Agrionines*.

Si aujourd'hui je ne commence pas mon travail par

un tableau des diverses divisions des Agrionines, c'est que je ne suis pas encore décidé sur l'ordre le plus naturel dans lequel il convient de présenter les trente à quarante genres et sous-genres que je connais.

SOUS-ORDRE DES ODONATES, Fab.

Famille 3me. — *AGRIONIDÉES.*

2me sous famille — AGRIONINES.

Toujours *deux nervules antécubitales seulement.* (Ailes très-pétiolées; quadrilatère toujours d'une seule cellule) (1).

Patrie : Cosmopolites.

1re Division.

PSEUDOSTIGATÉES.

Un *faux ptérostigma*, presque toujours traversé par des nervules, parfois nul (secteur inférieur du triangle toujours complet, aboutissant au bord postérieur au delà du milieu de l'aile). Taille énorme. Abdomen long ou très-long.

Patrie : Amérique tropicale.

---

(1) Il existe une 3me nervule, mais tout à fait basale, et qu'on ne distingue qu'en y regardant de très-près. Les ailes sont relevées dans le repos,

1re Légion. — PSEUDOSTIGMA.

(Caractères de la 1re division.)

Genre 1. — MEGALOPREPUS, Rambur.

Ailes larges, arrondies; quadrilatère à côté supérieur *presque égal à l'inférieur;* secteur bref et secteur inférieur du triangle *à ramifications nombreuses, courbées vers le bord postérieur;* le secteur inférieur du triangle se terminant aux deux tiers de l'aile, en formant un espace postcostal d'*un grand nombre de cellules* en partie pentagones.

Abdomen plus long que l'aile inférieure. Pieds courts à cils épineux. Les deux premiers articles des antennes épais, presque égaux; le 3e légèrement plus long que le 2e.

♂ Appendices anals courts, écartés, *presque égaux*, à peu près droits; les inférieurs plus épais que les supérieurs.

Patrie : Amérique équatoriale.

Sous-genre 1. — MEGALOPREPUS, Ramb.

Libellula, Drury.
Lestes, Westwood.

Ailes très-larges, hyalines à leur sommet, *traversées par une large bande noir-acier* avant le ptérostigma, qui est épais, plus long que large, noir. Secteur supérieur du triangle *bifurqué dans son tiers final.* Le nodus placé à peu près au sixième de la longueur de l'aile.

Patrie : Colombie, Mexique.

---

excepté chez les vrais Lestes; les secteurs médian et sous-nodal naissent du principal, à peu près sous le nodus, et le nodal beaucoup plus loin que le nodus. Il n'y a d'exception que chez les vrais Lestes, où le médian et le sous-nodal naissent avant le nodus et le nodal un peu après le nodus, disposition analogue aux Caloptérygines; enfin, dans mon genre *Leptogaster*, le sous-nodal prend naissance beaucoup plus loin que le nodus.

1. **Megaloprepus cærulatus, Drury.**

Libellula cærulata, Drury.
Lestes cærulata, Westwood.

Abdomen 76-96mm. Aile inférieure 56-72mm.

La bande noir-acier des ailes à double courbure en dedans, élargie à angle droit en dehors jusqu'au niveau du ptérostigma.

Corps noir en dessus. Lèvre inférieure, une ligne humérale, côtés et dessous du thorax et de l'abdomen jaunâtres, excepté une ligne médiane latérale au thorax. Pieds jaunâtres à fémurs noirs en dessus.

♂ Espace entre la bande acier et le bout de l'aile hyalin.

♀ Espace entre la bande acier et le ptérostigma laiteux opaque, le bout seul de l'aile hyalin.

NB. Je ne suis pas certain si les races que je vais signaler doivent être conservées comme telles, ou si ce ne sont que de simples variétés individuelles. Peut-être aussi l'une ou l'autre constituent-elles des espèces distinctes.

Race : **M. Cærulatus, Drury.**

Secteur nodal naissant aux *deux tiers* ou aux *trois cinquièmes* du chemin du nodus au ptérostigma, qui est 3-4 *fois aussi long que large.* La bande noir-acier commençant un peu après ou un peu avant le secteur nodal, aux *deux tiers* de la longueur de l'aile, et s'approchant *très-près du ptérostigma* (à 3-4 petites cellules près). Cette bande *plus large que chez les autres races,* précédée en dedans d'un espace large, laiteux, mais non opaque (♂).

♀ Inconnue.

Patrie : Nouvelle-Grenade, Bogota (Coll. Selys), Choco. (Collect. Hagen.) — Honduras, côte de Mosquitos. (Drury.)

Un exemplaire plus petit, et de l'Amérique centrale, que j'avais d'abord nommé *intermedius,* ne paraît en différer que par la bande acier, qui reste notablement éloignée du ptérostigma, et par l'absence de blanc laiteux en dedans de la bande (ce dernier caractère tient sans doute à ce que ce mâle est jeune.)

Race : **M. Brevistigma, De Selys.**

Secteur nodal naissant aux *trois cinquièmes* du nodus ou ptérosti-

gma, qui est *presque carré, ou le double aussi long que large.* La bande acier commençant aux *trois quarts* de la longueur de l'aile, *après le secteur nodal, beaucoup plus étroite que chez les autres races,* et restant *notablement* éloignée du ptérostigma. Pas d'espace laiteux en dedans de la bande. ♀.

♂ Inconnue.

Patrie : Bogota. (Collect. Selys, par M. Goudot.) — Nouvelle-Grenade, près de Las-Palmas. (Musée de Vienne.)

Race : **M. Latipennis, De Selys.**

Secteur nodal naissant à *mi-chemin* (ou un peu après) du nodus ou ptérostigma, qui est 3-4 *fois aussi long que large.* La bande acier commençant aux deux tiers ou aux trois quarts de la longueur de l'aile, *après le secteur nodal,* et restant *notablement* éloignée du ptérostigma. Pas d'espace laiteux en dedans de la bande. Ailes *plus larges et plus arrondies que chez les deux autres races.* ♂ ♀.

Patrie : Mexique, par M. Sallé. — Guatémala, par M. Galeotti. — Colombie?? (Collect. Selys, Hagen.)

Sous-genre 2. — **MICROSTIGMA, Ramb.**

Ailes larges, *hyalines.* Le sommet des supérieures (parfois aussi des inférieures) plus ou moins laiteux ou jaune opaque, à partir du ptérostigma, qui est très-petit, ponctiforme ou nul. Secteur supérieur du triangle *non bifurqué.* Le nodus placé à peu près au cinquième de la longueur de l'aile.

Patrie : Amérique méridionale équatoriale.

NB. Les caractères distinctifs que je connais se réduisent à peu près à la taille, au plus ou moins de largeur des ailes, et à l'étendue de l'espace opaque qui termine les ailes supérieures. M. Hagen y a ajouté la forme du bord postérieur du prothorax dans les deux sexes et la présence ou l'absence d'une raie noire sur la poitrine.

Quant au ptérostigma noir, jaune ou nul, et à la coloration du bout des ailes inférieures, il ne me paraît pas sûr d'en tirer des caractères spécifiques. Je n'ai qu'une confiance limitée dans la fixité de la réticulation plus ou moins serrée du bout des ailes.

Les espèces connues ont le corps presque semblablement coloré, et les sexes ne diffèrent pas non plus sous ce rapport :

Corps noir bronzé bleuâtre en dedans, jaune en dessous. Une raie humérale étroite jaune, ne touchant pas le bord antérieur. Une ligne noire complète médiane aux côtés du thorax. Pieds noirâtres ; tibias jaunes en dehors. Espace intercalaire jaunâtre.

2. Microstigma rotundatum, De Selys.

Abdomen 75-78. Aile inférieure 58-61.

Taille *grande*. Ailes *très-larges, arrondies*.

♂ Ailes supérieures un peu salies au bout, à partir du dernier quart; leur *sixième* terminal très-finement réticulé, formant une tache *jaune safrané* bien circonscrite, *arrondie en dedans*. Sur le milieu du bord de cette tache, on distingue à peine le ptérostigma de même couleur, formé d'une douzaine des cellules un peu plus grandes. Ailes inférieures finement réticulées au bout, qui est enfumé; leur ptérostigma noirâtre, occupant une ou deux cellules.

♀ Semblable, mais le bout des ailes *moins enfumé* et le ptérostigma des inférieures *plus épais*, brun noirâtre.

Patrie : L'Amazone, par M. Bates. (Collect. Selys.)

NB. M. Hagen a examiné un mâle (du Musée de Berlin) de même taille, et un autre plus petit, tous deux du Brésil, qu'il avait d'abord nommés *M. ustulatum*, et qui sont, sous le rapport des couleurs, intermédiaires avec la race *exustum*, mais ayant la tache apicale des ailes supérieures comme le *rotundatum* type.

Race : M. Exustum, De Selys.

Abdomen 85. Aile inférieure 65.

♂ *Très-adulte.* Taille *très-grande*, ailes *très-larges, arrondies;* les supérieures passant au brun enfumé, à partir *de leur dernier quart;* leur dernier *huitième* terminal très-finement réticulé, formant une tache *jaune safrané* vif, bien circonscrite, *arrondie en dedans, sans ptérostigma.* Ailes inférieures finement réticulées au bout, qui est enfumé, avec un ptérostigma très-petit, noirâtre, de 2-3 cellules.

♀ Inconnue.

Patrie : Le Pérou. (Collect. Selys.)

C'est peut-être une espèce distincte du *rotundatum*, dont il se sé-

pare par la bande brune épaisse qui précède la tache terminale safranée, le diamètre moindre de celle-ci en tous sens, et l'absence de ptérostigma aux mêmes ailes. Je n'ai pas une entière certitude pour la patrie.

Race : **M. Lunatum, De Selys.**

Abdomen 64. Aile inférieure 48.

♂ *Jeune.* Taille petite. Ailes *assez étroites,* à peine salies, *sans ptérostigma.* Le septième terminal des supérieures à réticulation *excessivement fine,* formant une tache *jaune pâle, arrondie* en dedans, bien circonscrite.

♀ Inconnue.

Patrie : Le Para? (Bates, Coll. Selys), le Brésil. (Mus. de Vienne.)

C'est peut-être une espèce distincte du *rotundatum,* dont il se sépare par sa taille petite, ses ailes plus étroites et l'absence de ptérostigma.

3. **Microstigma anomalum. Ramb.**

M. anomalum, Ramb., n° 1, ♂.
M. proximum, Ramb., n° 2, ♀.

Abdomen 72-81. Aile inférieure 52-57.

Taille moyenne. Ailes *assez larges,* arrondies.

♂ *Adulte.* Ailes *non salies;* les supérieures, n'ayant guère que leur *neuvième* terminal très-finement réticulé, formant une tache *oblique en dedans* bien circonscrite, jaunâtre terne, au milieu du bord supérieur de laquelle on distingue le ptérostigma un peu roussâtre de 3-4 cellules. Les inférieures à ptérostigma brun noirâtre, de 3-4 cellules.

♂ *Jeune.* Le bout des ailes supérieures blanc jaunâtre. Ptérostigma de même couleur aux quatre ailes.

♀ Le bout des *quatre ailes* étroitement et obliquement blanc, marqué d'un ptérostigma brun noirâtre de 3-4 cellules; plus gros aux supérieures.

Patrie : Le Para, Santarem sur l'Amazone. (Bates), Cayenne. (Rambur, Collect. Selys et Muséum de Paris.)

NB. Il diffère bien du *rotundatum* par la forme oblique et étroite de l'espace

terminal jaune ou blanc des ailes supérieures. La femelle s'en sépare, en outre, par la couleur foncée du ptérostigma et par la présence d'un espace terminal blanc aux quatre ailes: Enfin, c'est la seule espèce, selon M. Hagen, qui ait le bord postérieur du prothorax *semblable dans les deux sexes.*

4. **Microstigma maculatum, Hagen.**

Abdomen 62-67. Aile inférieure 48-50.

Taille *petite.* Ailes assez étroites, le *bout des supérieures seules* à réticulation *très-fine.*

♂ Le bout des quatre ailes *non opaque.* Ptérostigma très-petit, *brun, d'une seule cellule.*

♀ Le bout des supérieures *étroitement et obliquement laiteux;* celui des inférieures, *légèrement.* Ptérostigma jaune, de *plusieurs cellules* (d'une seule chez un exemplaire d'Essequibo).

Patrie : Cayenne (♂ de la collect. Guérin), Santarem sur l'Amazone (♀ par M. Bates), Guyane, à Essequibo (♂), Surinam (♀ par Cordua), (Collect. Selys et Hagen, Musée de Berlin et de Copenhagen.)

NB. Le mâle est jusqu'ici le seul dont le bout des ailes supérieures soit incolore et possède un ptérostigma noirâtre. Espèce très-distincte, ajoute M. Hagen par le bord postérieur du prothorax *très-fendu :* la ligne humérale jaune *plus courte* et *plus fine;* la bande noire latérale *plus large;* enfin, l'existence d'une *ligne noire médiane* au-dessous du thorax (ces deux caractères moins visibles chez la femelle).

La femelle d'Essequibo (Mus. de Berlin) est un peu plus forte que la nôtre de Santarem : elle a la taille de l'*anomalum;* le bout des quatre ailes un peu plus largement blanc, et le ptérostigma d'une seule cellule. Abdomen 67. Aile inférieure 53.

Genre 2. — MECISTOGASTER, Ramb.

Ailes étroites ou médiocrement élargies. Ptérostigma rudimentaire ou variable. Quadrilatère à côté supérieur *presque moitié plus court que l'inférieur.* Les secteurs *presque droits, non ramifiés* (excepté parfois le bref à son extrémité). Le secteur inférieur du triangle aboutissant aux quatre cinquièmes de l'aile, en formant un espace postcostal d'un rang (rarement de deux) de cellules tétragones. Le nodus placé à peu près au quart de la longueur de l'aile.

Abdomen beaucoup plus long que l'aile inférieure, surtout chez les mâles. Pieds excessivement courts, à cils épineux. Les deux premiers articles des antennes épais, presque égaux, le 3e égalant les deux premiers réunis.

♂ Appendices anals supérieurs assez grands, en crochets; les inférieurs *très-petits.*

Patrie : Amérique tropicale.

Sous-genre 1. — **PSEUDOSTIGMA**, **De Selys.**

Ailes arrondies, modérément larges. Espace postcostal *de deux rangs* de cellules un peu après le niveau du nodus. Le secteur bref *ramifié* à son extrémité en un grand nombre de cellules pentagones. Thorax plus épais en avant que chez les *Mecistogaster* proprement dits.

♂ Ailes hyalines, avec un ptérostigma foncé, de plusieurs rangs de cellules. Appendices anals supérieurs semi-circulaires, comprimés, épais, non anguleux; le 10e segment *peu échancré.*

♀ Le sommet des ailes jaune laiteux à partir de la place où serait le ptérostigma, qui n'est pas distinct.

Patrie : Colombie, Mexique.

5. **Pseudostigma aberrans**, **De Selys.**

Abdomen 98. Aile inférieure 64.

♂ Inconnu.

♀ Ailes *très-arrondies,* un peu salies, l'extrémité formant (*y compris le bout*) un espace serin arrondi, à partir de la place du ptérostigma, indiqué par un petit vestige brun, qui se répète souvent dans l'espace qu'il surmonte.

Noir acier en dessus, jaune verdâtre en dessous; une bande jaune au front, divisée en deux taches. Devant du thorax avec une ligne pâle humérale externe vers le haut, interne vers le bas. Les côtés *avec une ligne noire* médiane complète. Pieds noirs; l'extérieur des tibias jaune verdâtre. Valves vulvaires *très-denticulées* au bout.

Patrie : Véra-Cruz, Colombie? (Collect. Selys.)

6. **Pseudostigma accedens**, **De Selys.**

Abdomen ♂ 112, ♀ 99 Aile inférieure ♂ 60, ♀ 65.

Noir acier en dessus, jaunâtre en dessous; un peu plus clair au front. Devant du thorax noir brun avec une double raie humérale jaune obscur. Les côtés avec une raie brune médiane *mal arrêtée*, complète. Pieds noirâtres; l'extérieur des tibias jaunâtre obscur.

♂ Ailes *subarrondies* hyalines, un peu salies, à ptérostigma brun noir, presque carré aux supérieures, où il occupe deux rangs superposés de 4-5 cellules; celui des inférieures de 4 cellules marginales, avec un prolongement d'une cellule et demie en dessous. Le bout des ailes finement réticulé, un peu chatoyant. 10e segment pâle. Appendices anals brun foncé. (40 postcubitales aux supérieures, 35 aux inférieures.)

♀ Ailes *arrondies*, l'extrémité formant un espace jaune serin oblique en dedans, à partir de la place où serait le ptérostigma, mais cet espace borné par la nervure médiane au bout extérieur de l'aile, *qui reste incolore*. Bande jaunâtre du front presque interrompue par du noirâtre. Valves vulvaires *non visiblement* denticulées.

Patrie : Un mâle, du Mexique, communiqué par M. de Saussure. Les femelles de Véra-Cruz, par M. Sallé; une autre de Colombie? (Collect. Selys.)

NB. Le mâle adulte a le ptérostigma des supérieures dans le genre du *Mecist. Marchali*, mais plus régulièrement double et carré long; celui des inférieures à peu près comme celui des supérieures du *M. Lucretia*. Ses ailes sont plus étroites que celles de la femelle, et leur réticulation est moins compliquée au bout. Il n'est pas tout à fait sûr qu'il appartienne à la même espèce.

Sous-genre 2. — **MECISTOGASTER**, Ramb.

Libellula, Drury.
Agrion, Fabr.
Lestes, Westwood.
Macrosoma, Leach, De Selys (*olim*).

Ailes étroites, pointues, le sommet souvent laiteux ou jaunâtre à partir de la place du ptérostigma, ou même brun. Espace postcostal d'*un seul rang* de cellules tétragones. *Un seul rang*

de cellules entre les secteurs bref et supérieur du triangle; thorax plus mince en avant que chez les Pseudostigma.

♂ Appendices anals supérieurs semi-circulaires en crochets; le 10e segment notablement échancré.

Patrie : Amérique tropicale.

1re *groupe :* (M. LINEARIS.)

Ptérostigma confondu avec l'espace terminal, ou jaunâtre, ou brun noirâtre.

♂ Bord des ailes inférieures *non dilaté* en dehors au ptérostigma. Appendices anals supérieurs semi-circulaires, comprimés, *non anguleux*.

7. MECISTOGASTER ORNATUS, **Ramb.**, n° 12.

Abdomen ♂ 78-91, ♀ 82. Aile inférieure ♂ 51-58, ♀ 58.

Ailes un peu jaunâtres, l'extrémité formant un espace jaune safrané *arrondi en dedans*, à partir de la place où serait le ptérostigma (*qui manque*). Cet espace safrané plus vif, et limbé de noir en dedans chez l'adulte.

Brun acier en dessus, jaunâtre pâle en dessous. Face et devant du vertex *brun clair* (du moins chez le jeune). Devant du thorax avec une *large bande humérale* jaunâtre; les côtés *sans ligne médiane foncée; une large bande médiane* noire en dessous. Pieds brun foncé, l'extérieur des tibias brun jaunâtre.

♂ Appendices anals supérieurs un peu plus longs que le dernier segment, jaunâtres; le bout brun en dessus.

Patrie : Mexique, Venezuela, Lima, Caracas, Surinam. (Musée de Paris, de Vienne, de Berlin. Collect. Selys et Hagen.)

NB. Chez ces exemplaires types qui, du reste, varient beaucoup pour la taille, la partie opaque safranée occupe 4 rangs de cellules superposées, et sa partie terminale inférieure laiteuse occupe encore 2-3 rangs, finissant au secteur nodal ou même au sous-nodal.

Race? — **M. LUCTUOSUS, De Selys.**

Abdomen 78. Aile inférieure 51-53.

La partie opaque de la tache est plus courte et n'occupe que 3

rangs de cellules superposées. Il en est de même de son extrémité moins opaque. Les ailes moins larges que chez le type (larges de $7\frac{1}{2}$ à 8^{mm} à l'origine de la tache, tandis qu'elles ont 10^{mm} chez le type.).

♂ *Très-adulte.* — La tache terminale est, en dessous, d'un noir de charbon; son extrémité brun enfumé et transparente. En dessus, la partie noire est presque recouverte par un glacis exsudé gris verdâtre.

♂ *Jeune.* La tache terminale jaune safran des deux côtés aux supérieures, blanc jaunâtre aux inférieures.

Patrie : Le mâle adulte de Puerto-Capello, par Appun; le jeune de Surinam, par Cordua. (Collect. Hagen.)

M. Hagen croit que ce ne sont que des variétés d'âges ou individuelles de l'*ornatus*.

8. **Mecistogaster astictus, Burm., MS.**

Abdomen 59. Aile inférieure 45.

♂ Inconnu.

♀ Ailes modérément larges, un peu salies, surtout avant le bout; l'extrémité formant un espace *blanc pur,* coupé *obliquement* en dedans, à partir de la place où serait le ptérostigma, *qui manque tout à fait.* Bord postérieur se séparant de la nervure postcostale un *peu plus loin que le niveau de l'arculus.*

Noirâtre acier en dessus; jaunâtre livide en dessous; face brun foncé avec un vestige noir au milieu du front. Vertex noirâtre. Deux petits traits roux sur les côtés du lobe médian du prothorax. Devant du thorax avec deux lignes humérales jaunâtres rapprochées, partant de sens opposé (l'intérieure touchant le bord antérieur et non les sinus, l'extérieure touchant les sinus et non le bas). Les côtés *avec une raie médiane noire,* interrompue avant le bas; *une large bande médiane noire* en dessous. Pieds noirâtres; l'extérieur des tibias et la partie basale interne des fémurs jaune pâle. 9e et 10e segments *sans taches latérales* claires.

Patrie : Brésil (Virmont), Mus. de Berlin et Mus. Britannique.

NB. Diffère des autres espèces par sa petite taille, le bout blanc des ailes sans ptérostigma, et le point de séparation du bord postérieur à peu près comme chez le *M. Marchali.*

9. **Mecistogaster linearis, Fab.**

Agrion linearis, Fab.
— tullia, Burm.
Mecistogaster filigerus, Ramb., nº 10 (♂ adulte).
— signatus, Ramb., nº 9 (♀ jeune).
— flavistigma, Ramb., nº 11 (♀ jeune).

Abdomen ♂ 116, ♀ 85-93. Aile inférieure ♂ 55-57, ♀ 52-69.

Ailes un peu salies, l'extrémité formant presque toujours un espace semi-opaque oblique, un peu enfumé, à partir du ptérostigma qui est brun roussâtre oblong, et occupe aussi, mais moins longuement, *la rangée qui est au-dessous de lui* (parfois noirâtre en dedans aux secondes ailes).

Noirâtre acier en dessus; jaunâtre pâle en dessous. Face *brun foncé,* avec un vestige noir au milieu du front. *Vertex noir.* Lobe médian du prothorax avec deux petites taches latérales jaunâtres. Devant du thorax avec deux lignes jaunâtres humérales rapprochées, *partant de sens opposé,* l'intérieure touchant le bord antérieur et non les sinus, l'extérieure touchant les sinus et non le bas; les côtés avec une raie noire médiane *complète; une bande médiane noire au-dessous de la poitrine, qui est cerclée de noir.* Pieds noir luisant; l'extérieur des tibias *citron.*

Très-adulte. Ptérostigma noir. Espace terminal hyalin (1).

Semi-adulte. Ptérostigma jaunâtre; espace terminal laiteux sali.

Jeune. Ailes incolores. Ptérostigma blanc jaunâtre. Espace terminal laiteux.

♂ Les trois derniers segments *avec une tache latérale terminale pâle,* augmentant successivement de largeur. Appendices anals supérieurs comme tronqués obliquement au bout en dessus, brun foncé, noirs au bout en dessous.

♀ 9e et 10e segments *sans taches latérales* claires.

Patrie : La Guyane (Para, Surinam, Amazone). Coll. Selys, Hagen. — La Colombie? (Coll. Marchal, sous le nom de *M. signatus,* Ramb.).

---

(1) La *tullia* de Burmeister est un exemplaire chez lequel le ptérostigma est déjà noir, mais qui a conservé l'espace terminal laiteux.

La description se rapporte très-bien au petit exemplaire, femelle jeune, de Santarem, envoyé par M. Bates.

NB. L'exemplaire de la collection Banks à Londres, qui passe pour avoir été étiqueté par Fabricius, est un mâle de cette espèce, à ptérostigma brun (semi-adulte). Les figures de Drury et de Sulzer, citées à l'appui dans l'*Entomologia systematica*, sont au contraire la *lucretia*. Quant à la description de Fabricius, elle peut s'appliquer aux deux espèces. Si l'on devait prendre le *linearis* de Fabricius pour synonyme de *lucretia* (nom plus ancien), il faudrait adopter pour notre espèce *linearis* le nom de *tullia*, de Burmeister.

10. **Mecistogaster modestus**, **De Selys.**

Abdomen 73. Aile inférieure ♂ 40-44, ♀ 40.

Ailes hyalines, à réticulation simple, *même à leur extrémité.* Ptérostigma des ailes supérieures *subtriangulaire*, de 5 cellules, atteignant en dessous une ou deux cellules contre le secteur principal (comme dans le mâle du *linearis*); celui des inférieures de 4-6 cellules, oblong, d'*un seul rang.*

♂ *Adulte.* Réticulation et ptérostigma d'un noir brun. Corps noirâtre bronzé en dessus; jaunâtre pâle en dessous. Face jaune olivâtre. L'épistome *entouré et traversé de noir.* Dessus de la tête noir, *avec un vestige de virgule pâle* de chaque côté entre les antennes et les ocelles. Deux petites taches jaunâtres sur le lobe médian du prothorax. Devant du thorax avec deux lignes humérales jaunâtres rapprochées, pas tout à fait complètes, partant de sens opposé; l'externe plus épaisse touchant les sinus et non le bas; l'interne touchant le bord antérieur, mais non les sinus. Les côtés avec une raie noire médiane *complète.* Poitrine *noirâtre.* Pieds noirâtres. Tibias *bruns en dehors.* (Appendices manquent.)

♂ *Jeune.* Réticulation des ailes brun clair; celle du bout des ailes blanchâtre après le ptérostigma, qui est blanc. Les dessins jaunâtres du corps moins bien marqués. Poitrine *cerclée de noir.* Front traversé de noir.

♀ Ailes colorées comme celles du mâle jeune.

Patrie : Le Mexique (Collect. Selys). Cordova, Mexique (Collect. de Saussure), Musée de Paris.

NB. Cette espèce diffère des autres par sa petite taille et le bout des ailes,

dont la réticulation n'est pas compliquée. Se sépare des deux espèces du groupe *lucretia* par le bord costal des secondes ailes du mâle non dilaté, des trois du groupe *linearis* par la taille combinée avec la forme du ptérostigma bien circonscrit, les tibias bruns en dehors et l'origine du bord postérieur des ailes.

2me *groupe :* (M. LUCRETIA).

Ptérostigma noirâtre (du moins chez les adultes).

♂ Bord des ailes inférieures *formant une saillie arrondie vers le ptérostigma.* Appendices anals supérieurs en tenailles comprimées, *subitement coudés* vers le bas avant leur extrémité.

11. **Mecistogaster lucretia, Drury.**

Libellula lucretia, Drury, Sulzer (jeune).
Mecistogaster lucretia, Ramb., nº 7 (jeune, d'après Drury).
Agrion amalia, Burm. (♂ adulte).
— linearis, Oliv. (♂ adulte).
Mecistogaster linearis, Ramb., nº 1 (♂ adulte).
— leucostigma, Ramb., nº 8 (♀ jeune.)
— virgatus, Ramb., nº 4 (♂ jeune).
— filiformis, Ramb., nº 6 (♀ adulte et jeune).
— lucretia, Burm. (♀).

Abdomen ♂ 120-125, ♀ 100-107. Aile inférieure ♂ 59-64, ♀ 59-72. (Un mâle très-petit mesure: abdomen 110, aile inférieure 51.)

Ailes légèrement jaunâtres. Ptérostigma assez *court, semblable aux quatre ailes.* Le bord postérieur des ailes naissant *avant le niveau de l'arculus.*

Noir bronzé en dessus, pâle en dessous. Face et dessus de la tête noirâtres *avec une petite virgule* roussâtre bien marquée de chaque côté entre les ocelles et les antennes. Deux *grandes* taches roussâtres ou verdâtres arrondies sur le lobe médian du prothorax. Devant du thorax avec deux lignes humérales jaunâtres *très-rapprochées,* partant de sens opposé (l'intérieure touchant le bord antérieur et non les sinus, l'extérieure touchant les sinus et non le bas); les côtés avec une bande épaisse d'un *roux brun* (noirâtre, rousse au milieu chez l'adulte) contre les lignes précédentes, et une raie médiane noir acier commençant en haut, mais *interrompue avant les pieds.* Dessous

du thorax *avec une large bande* médiane noire, non cerclé de noir. Pieds brun noirâtre; l'extérieur des tibias jaune verdâtre.

♂ Ptérostigma épais *presque triangulaire*, occupant 2-3 espaces superposés; celui des ailes inférieures à peine plus long, où, dans toute sa longueur, la côte fait une saillie *subite arrondie*, au bout de laquelle l'extrémité de l'aile est comme tronquée. Les trois derniers segments de l'abdomen jaunâtres de côté, finissant en une tache terminale qui, au dernier, forme un anneau complet. Bord du 10me segment *un peu prolongé*, échancré au milieu. Appendices anals supérieurs *livides*, subitement coudés *à angle droit* vers le bas, après leur milieu; le bout de cette branche inférieure presque bifide. *Une dent interne* à la base des appendices.

Adulte : Ptérostigma noir.

Semi-adulte : Ptérostigma enfumé.

Jeune : Le bout des ailes étroitement blanchâtre après le ptérostigma, qui est jaunâtre.

♀ Ptérostigma *carré long*, n'occupant en hauteur qu'un rang de cellules.

Très-adulte (de Bahia) : Ptérostigma noir, bout des ailes limpide. Dessins de la tête et du thorax verdâtres.

Adulte : Ptérostigma brun noirâtre, plus foncé aux ailes inférieures; le bout des ailes après lui enfumé.

Semi-adulte : Ptérostigma enfumé, plus foncé en dedans. Le bout des ailes après lui étroitement enfumé.

Jeune : Ptérostigma jaunâtre, le bout des ailes après lui étroitement laiteux.

Patrie : Le Brésil (Collect. Selys, Hagen) etc., Bahia et San-Paulo. (Collect. Hagen).

12. **Mecistogaster Marchali, Ramb.**, nº 2.

Mecistogaster pedicillatus, Ramb., nº 5 (♂♀ jeune).
— filum, Ramb., nº 3 (♂♀ adulte).

Abdomen ♂ 135, ♀ 91-95. Aile inférieure ♂ 59-62, ♀ 54-62.

Ailes incolores, leur extrémité à peine salie. Ptérostigma épais, noirâtre, occupant deux espaces superposés (du moins chez le mâle):

beaucoup plus long aux ailes inférieures. Le bord postérieur des ailes ne naissant qu'*après le niveau de l'arculus.*

Noir bleu en dessus, jaune verdâtre en dessous. Face et dessus de la tête noirâtres, *sans taches*, avec un vestige plus noir au milieu du front. Deux *très-petites* taches jaunâtres écartées sur le lobe médian du prothorax. Devant du thorax avec une ligne humérale extérieure jaunâtre partant des sinus, mais ne touchant pas tout à fait le bas, et le commencement *très-court* d'une ligne intérieure contre le bord antérieur, formant comme la suite de la première ; les côtés avec une raie médiane noire *complète;* une bande médiane noire à la poitrine, *qui est cerclée de noir.* Pieds noir luisant, l'extérieur des tibias jaune verdâtre.

♂ Ptérostigma des ailes inférieures pointu en dedans, *allongé* ovale en dehors, où dans toute sa longueur la côte fait une saillie *non subite.* Les trois derniers segments terminés par un anneau pâle augmentant successivement de largeur, et interrompu sur le dos aux 8e et 9e segments. Le bord du 10e prolongé et bilobé. Appendices anals supérieurs *noirâtres,* coudés *obliquement* vers le bas après leur milieu, puis relevés au bout, qui est légèrement bifide. La base *sans dent.*

Adulte : Ptérostigma des ailes supérieures brun; celui des inférieures noir.

♀ Ptérostigma carré long aux supérieures, *encore plus long aux inférieures,* où il n'occupe presque toujours qu'un rang de cellules.

Adulte : Ptérostigma noir.

Jeune : Le bout des ailes supérieures obliquement blanc laiteux, sans ptérostigma ; celui des inférieures hyalin, à ptérostigma enfumé; un anneau terminal clair aux 9e et 10e segments.

Patrie : La Guyane (Para, Surinam, Amazone, Essequibo) Coll. Selys, Hagen, Musée de Paris, etc.

NB. Facile à distinguer de la *lucretia* par sa poitrine cerclée de noir et l'origine du bord postérieur des ailes.

Évidemment le *Marchali* de M. Rambur ne diffère pas de son *filum.* Les différences mentionnées dans la description du *filum* n° 5 tiennent à ce que, par erreur, il dit avoir comparé ce dernier au n° 2 (*Marchali*), tandis qu'il est évident que la description du *filum*

est faite en comparaison avec le n° 1 (*linearis*, Ramb., qui est notre *lucretia*, Drury.) D'ailleurs Rambur n'a pas connu les appendices de son *filum*.

—

— M. De Koninck rend verbalement compte des découvertes d'ossements fossiles, faites dans les environs de Lierre; il promet de communiquer l'ensemble de ses recherches à l'Académie.

Séance du 7 juillet 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Timmermans, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, A. De Vaux, Edm. de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nerenburger, Melsens, Liagre, Duprez, Poelman, d'Udekem, *membres;* Ernest Quetelet, Gloesener, Montigny, *correspondants.*

M. Guillaume, *correspondant de la classe des lettres,* assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

— L'Académie royale des sciences de Turin et la Société hollandaise des sciences de Harlem, transmettent le programme de leur prochain concours.

— M. le docteur B. Schnepp, secrétaire de l'Institut égyptien, nouvellement établi à Alexandrie, remercie l'Académie pour l'envoi de ses publications.

Des remercîments semblables sont adressés par la Société royale de Londres et par l'Amirauté d'Angleterre.

— M. Florimond écrit que, le 9 juin dernier, vers 10 1/2 heures du matin, il a vu, à Louvain, un brillant halo solaire. « Je ne sais, dit-il, l'heure à laquelle il a commencé à être visible, mais à 10 h. 3/4, il s'est affaibli graduellement, et vers 11 heures, il avait complétement disparu. L'extérieur paraissait d'un blanc éclatant, le milieu était jaune foncé et l'intérieur me semblait être bleuâtre. J'ai mesuré de mon mieux le diamètre moyen de l'auréole; je l'ai trouvé de 49° à peu près. »

— M. F. Van Raemsdonck fait parvenir deux notices *sur des débris d'animaux fossiles trouvés dans le crag et l'argile de la chaussée de Saint-Nicolas à Belcele.* (Commissaires : MM. Van Beneden, De Koninck et Nyst.)

NOMINATIONS.

La classe s'occupe de l'élection des cinq membres qui doivent faire partie de la commission chargée de la publication de la *Biographie nationale :* la majorité des suffrages désigne MM. Kickx, Stas, Ad. Quetelet, Van Beneden et d'Omalius, pour représenter la classe des sciences dans la commission dont il s'agit.

RAPPORTS.

Recherches sur la capillarité; par M. Bède.

Rapport de M. Plateau.

« Dans la partie précédente, M. Bède s'était spécialement occupé des phénomènes de dépression ; dans la partie actuelle, il traite les phénomènes d'ascension.

Il discute d'abord, avec un soin particulier, la méthode expérimentale par laquelle Simon de Metz a cherché à étudier, dans des limites très-étendues, la loi qui lie l'ascension de l'eau au diamètre du tube. Il répète et varie ces expériences, et arrive à la conclusion que, pour des tubes dont le diamètre est compris entre $0^{mm},4$ et $0^{mm},04$, et avec des précautions qu'il indique, le procédé dont il s'agit peut donner des résultats assez exacts; mais que, même entre ces limites, le procédé ordinaire, savoir la mesure

directe de l'élévation du liquide prise au moyen du cathétomètre, doit être préféré comme plus simple. L'auteur décrit en même temps une série d'expériences qu'il a entreprises pour examiner quelle influence pouvaient avoir la nature du gaz qui surmonte la colonne capillaire, l'état hygrométrique de ce gaz, et enfin sa pression, celle qui agit sur le liquide extérieur étant, bien entendu, de même intensité; il trouve qu'aucune de ces circonstances ne modifie d'une manière sensible la hauteur de la colonne.

Dans mon rapport sur le premier mémoire de M. Bède (1), j'avais émis cette opinion, que la différence observée par Simon d'abord, puis par M. Bède lui-même, entre les résultats de l'expérience et la loi théorique à l'égard de l'ascension de l'eau dans des tubes très-étroits, provenait de la mince couche de liquide adhérente à la surface intérieure du tube au-dessus de la colonne. Dans son travail actuel, M. Bède a fait une suite d'expériences ingénieuses pour tâcher de déterminer l'épaisseur de cette couche mouillante; il a opéré sur différents liquides, et il est arrivé à ces résultats inattendus : 1° la couche mouillante en question ne persiste pas, elle disparaît après un temps plus ou moins long, tantôt par évaporation, tantôt en se réunissant au liquide de la colonne; 2° au commencement de l'expérience, lorsque la couche mouillante vient d'être formée, son épaisseur moyenne est d'autant moindre que le rayon du tube est plus petit, et cette épaisseur décroît plus rapidement que le rayon du tube. D'après cela, comme l'auteur le fait remarquer, il devient très-probable

---

(1) *Bullet. de l'Acad.*, 1852, t. XIX, 2me part., p. 470.

que ce n'est point dans la présence d'une couche mouillante qu'il faut chercher la cause de la différence rappelée ci-dessus.

M. Bède expose ensuite les résultats de ses nouvelles expériences sur l'élévation des liquides dans des tubes de verre. Il a opéré sur 29 liquides, et avec un grand nombre de tubes de différents diamètres, depuis $0^{mm},1$ jusqu'à 20^{mm}. Voici les principales conclusions qu'il déduit de cet ensemble :

1° L'élévation des liquides dans les tubes mouillés atteint la même valeur, qu'elle se produise par un simple mouvement ascendant ou après un mouvement descendant dans le tube.

2° La nature et l'épaisseur des parois du tube n'influent pas sur l'élévation de la plupart des liquides. Parmi les 29 observés, l'eau et l'acide sulfurique sont les seuls qui fassent exception; les inégalités sont du même ordre et dans le même sens qu'à l'égard du mercure, et peuvent être attribuées aux mêmes causes : en effet, les deux liquides dont il s'agit mouillant assez difficilement le verre, des influences légères, surtout des différences dans la nature des parois intérieures, peuvent, comme pour le mercure, altérer l'angle de contact.

3° Le produit du rayon du tube par la hauteur de la colonne augmenté du tiers de ce rayon, commence à être sensiblement constant à partir d'un diamètre maximum de 2^{mm}, et la constance se maintient jusqu'à la limite inférieure des diamètres employés dans ces expériences, soit $0^{mm},1$.

En effet, les écarts se montrent partout irrégulièrement distribués, et, sauf pour l'eau et l'acide sulfurique, sont assez petits pour pouvoir être attribués aux erreurs inhé-

rentes à ce genre d'observations. Je citerai ici, comme exemple, l'une des séries les plus nombreuses dont toutes les mesures aient été prises à la même température (14°,4 centigr.), savoir la série qui se rapporte à l'essence de térébenthine : les observations, qui s'étendent depuis un diamètre de $1^{mm},824$ jusqu'à un diamètre de $0^{mm},094$, sont au nombre de huit; la moyenne des produits est 6,24, et celui qui s'en écarte le plus est 6,03; la différence 0,21 n'est qu'environ les trois centièmes de la moyenne.

M. Bède rapporte, après cela, quelques expériences indirectes qui sembleraient conduire, pour certains liquides, à cette conséquence que la loi du rapport inverse de l'élévation au diamètre cesse d'être satisfaite pour des diamètres au-dessous de $0^{mm},1$; du reste, il exprime lui-même des doutes à l'égard de ces résultats.

4° Quant aux tubes larges, M. Bède a soumis à l'épreuve de l'expérience la loi théorique générale en vertu de laquelle le volume liquide soulevé serait proportionnel au contour de la section du tube. Pour l'eau, cette loi ne s'est nullement vérifiée; mais l'eau, nous l'avons vu, présente constamment des anomalies au point de vue des actions exercées entre elle et le verre. Pour les liquides qui mouillent parfaitement le verre, les écarts sont beaucoup moindres; cependant les résultats sembleraient indiquer qu'à partir d'un diamètre supérieur à 2^{mm}, le rapport dont il s'agit diminue un peu quand le rayon augmente : pour l'alcool, par exemple, en allant du diamètre $7^{mm},210$ au diamètre $15^{mm},702$, les expériences donnent, pour le rapport en question, les valeurs 3,07 et 2,49.

Je ne doute pas que ces petits écarts ne proviennent d'erreurs inhérentes à des observations si délicates; en effet, comme on peut le voir dans le mémoire précé-

dent (1), M. Bède a vérifié la proportionnalité dans le cas de la dépression du mercure; comment admettre qu'elle ne le serait pas dans le cas des phénomènes d'ascension? D'ailleurs, si l'on considère des tubes cylindriques assez larges pour que le liquide soit soulevé simplement vers son bord, en formant ainsi une petite masse annulaire, et que la courbure de cette petite masse dans le sens horizontal puisse être négligée à côté de sa courbure dans le sens méridien, il est évident à priori que le volume de cette petite masse sera proportionnel au contour de la section du tube. Ainsi la loi dont nous nous occupons a été vérifiée par M. Bède pour le cas de l'ascension dans les tubes étroits : car, à l'égard de ceux-ci, elle est une conséquence immédiate de la constance des produits dont il a été question plus haut; elle est vérifiée à priori dans les tubes d'une très-grande largeur, elle l'a été en outre par M. Bède, pour le cas de la dépression, dans les tubes de moyenne largeur; il est donc extrêmement probable, comme je l'ai dit, que l'auteur a été trompé par des causes accidentelles inaperçues.

J'ai dit précédemment que, dans la série d'expériences relative à la loi théorique du rapport inverse de l'élévation au diamètre dans les tubes étroits, l'eau et l'acide sulfurique avaient présenté des écarts notables, et que M. Bède attribuait principalement ces écarts aux différences dans la nature des parois intérieures. Afin d'éclaircir la chose, il a étiré, d'un même tube de cristal, cinq tubes minces de diamètres différents, depuis $1^{mm},416$ jusqu'à $0^{mm},162$, et il a mesuré l'élévation de l'eau dans leur intérieur à la

---

(1) Voir mon rapport, *Bullet. de l'Acad.*, 1859, 2e série, t. VI, p. 405.

température de 15°. Il a fait, avec chacun de ces tubes, deux expériences, qui ont donné des résultats très-rapprochés dont il a pris la moyenne. Si l'on ajoute à chacune de ces cinq moyennes la correction du tiers du rayon du tube et que l'on multiplie par ce rayon, la moyenne des nombres obtenus est 14,66; les cinq moyennes partielles présentent, avec cette moyenne générale, des écarts irrégulièrement distribués et dont le plus grand est 0,25, c'est-à-dire moindre que les deux centièmes de cette moyenne générale. Ainsi, quand on s'arrange de manière à opérer dans des tubes à parois intérieures identiques de nature, la loi théorique se vérifie aussi bien pour l'eau que pour les autres liquides.

Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance de cette partie du travail de M. Bède; les physiciens savent combien la vérification de la loi théorique dont il s'agit a soulevé de discussions depuis les expériences de Simon, et l'on voit que les résultats de M. Bède dissipent tous les doutes à cet égard. Quant à la continuité que présente, dans les tableaux de Simon, l'accroissement des produits, M. Bède fait voir, par des arguments qu'il serait, je pense, bien difficile de réfuter, que les produits de Simon ne peuvent être les véritables moyennes des résultats partiels relatifs à chaque tube, mais sont probablement choisis parmi ces derniers de manière à établir une certaine régularité dans la série.

Dans le mémoire précédent, M. Bède avait soumis à l'épreuve de l'expérience, pour le cas des liquides déprimés, la théorie de M. Bertrand relative aux colonnes capillaires interrompues par des bulles d'air, et ses observations ne l'avaient point vérifiée; cela tenait à des causes de résistance dont l'auteur n'avait pas découvert la nature,

et qui ont été signalées par M. Jamin dans un travail récent sur le même sujet. Dans le mémoire actuel, M. Bède répète les mêmes essais pour le cas de l'ascension, et il trouve les résultats d'accord avec le théorème pour l'huile d'orange et l'éther sulfurique; il a opéré aussi sur l'eau et l'acide sulfurique, et a trouvé des écarts considérables. Ces résultats s'accordent encore avec ceux de M. Jamin, dont le travail, du reste, n'a été publié qu'après l'époque où M. Bède a présenté le mémoire actuel à l'Académie.

L'auteur prenant pour mesure des cohésions des liquides les produits respectifs des densités de ces liquides par les hauteurs auxquelles ils s'élèvent dans un même tube capillaire, cherche quels changements subissent ces mêmes cohésions quand les liquides contiennent en dissolution une substance étrangère. Ses expériences s'accordent à montrer que la cohésion d'un liquide est augmentée par la dissolution d'une substance solide, et d'autant plus fortement que celle-ci y est en plus grande proportion. Les expériences dont il s'agit paraissent en outre indiquer, mais d'une manière moins nette, que les cohésions de différentes solutions d'une même substance solide dans un même liquide sont proportionnelles aux racines carrées des densités de ces solutions.

L'auteur se propose ensuite de contrôler à l'aide de l'expérience la loi énoncée par Poisson à l'égard de deux liquides superposés et soulevés dans un même tube capillaire. D'après cette loi, le poids total de la colonne soulevée serait le même que si le tube ne renfermait que le liquide inférieur. M. Bède a fait trois séries d'expériences, la première sur le naphte superposé à l'eau, la seconde sur le naphte superposé à l'acide sulfurique, et la troisième sur l'eau superposée au chloroforme. Cette dernière série

est la seule qui s'accorde assez bien avec la formule de Poisson ; les deux autres s'en écartent considérablement.

On ne peut, en effet, s'empêcher de soupçonner à priori quelque erreur dans les calculs de Poisson : quand deux liquides sont superposés dans un tube capillaire, le plus ou moins de courbure de leur surface de séparation dépend évidemment du rapport des attractions respectives entre ces deux liquides et le verre, et ce plus ou moins de courbure doit influer sur la hauteur de la colonne; or si l'on imagine, par exemple, et l'on est évidemment maître de le faire, que les attractions des deux liquides pour le verre soient égales, il est clair que la surface de séparation sera plane, et, dans ce cas, cette surface n'exercera aucune action pour faire monter ou descendre la colonne; toute l'action résidera donc dans la surface qui termine le liquide supérieur, et dès lors le poids total de la colonne soulevée devra être nécessairement le même que si le tube ne renfermait que ce liquide supérieur, au lieu du liquide inférieur comme le veut Poisson.

Enfin M. Bède s'est occupé aussi de l'influence de la température. Ses expériences confirment d'abord les conclusions de MM. Brünner, Wolf et Simon sur la proportionnalité, au moins approximative, du décroissement de la hauteur capillaire à l'accroissement de la température. En second lieu, d'après la théorie, le poids du liquide soulevé ne doit dépendre que de la température du ménisque qui termine la colonne, et non de celle du reste de cette colonne; M. Bède a fait une série d'expériences sur ce sujet, et il a trouvé un accord très-satisfaisant de ses résultats avec la théorie.

L'analyse qui précède suffit pour montrer tout l'intérêt

que présente ce mémoire, et l'Académie n'hésitera pas, j'espère, à en ordonner l'impression. »

M. Duprez, second commissaire, après avoir donné lecture du rapport précédent, ajoute qu'il a examiné le mémoire de M. Bède conjointement avec M. Plateau, et que son opinion est entièrement conforme à celle de son honorable confrère.

La classe décide que le travail de M. Bède sera imprimé dans le recueil des mémoires des savants étrangers de l'Académie et que des remercîments seront adressés à l'auteur.

—

MM. Ad. Quetelet et Duprez font un rapport favorable sur une notice pour laquelle ils avaient été nommés commissaires.

« Nous avons lu avec beaucoup d'intérêt, disent-ils, la notice de M. Vinchent sur les effets de l'orage du 15 mai 1860, aux environs de Tirlemont. Nous y avons trouvé des faits intéressants et quelques circonstances particulières aux lignes télégraphiques, qui jusqu'ici n'ont pas été mentionnées dans les traités de physique. »

Ils proposent, en conséquence, l'impression de cette notice dans le *Bulletin* de la séance.

Conformément à cette proposition, la communication de M. Vinchent, ingénieur en chef des télégraphes de l'État, sera imprimée dans le *Bulletin*.

M. Stas fait des rapports favorables sur deux notices qui

lui ont été communiqués par les auteurs et dont la classe ordonne l'impression. Ce sont :

1° Une note sur l'action du brome sur l'acide succinique et sur la transformation des acides succiniques bromés en acides tartrique et malique, par M. Auguste Kékulé, professeur à l'université de Gand.

2° Note sur l'acide acétoxybenzamique, par M. G.-E. Foster.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Télégraphes. Note sur les effets de l'orage du 15 mai 1860, aux environs de Tirlemont; par M. Vinchent, ingénieur en chef.

Avant de rendre compte des observations qui ont été faites dans cette circonstance, il convient de décrire succinctement les influences très-variables qu'exercent les orages sur les lignes et les appareils télégraphiques, ainsi que les préservatifs ordinairement employés.

Le premier effet d'une nuée orageuse ou d'une atmosphère chargée d'électricité est de donner lieu à des courants intermittents agissant sur les appareils à peu près comme les courants développés par la pile. En pareil cas, les sonneries d'appel résonnent, et si deux appareils se trouvent en correspondance, les signaux résultant de la manipulation régulière du poste qui transmet sont confondus avec ceux que produisent les courants intermittents, la réception devient confuse et doit être interrompue jusqu'à ce que l'influence atmosphérique ait cessé.

Les mêmes effets ont été constatés sans qu'il y eût orage, en coïncidence avec des aurores boréales.

Si les courants accidentels deviennent plus violents, les électro-aimants des sonneries et des appareils récepteurs ne leur offrent plus un passage assez facile. Le fil de cuivre très-fin qui entoure les bobines est échauffé, fondu et brûlé; la soie qui l'isole est consumée, et les appareils sont momentanément hors de service.

La communication avec la terre se trouvant insuffisante ou interrompue, des étincelles, souvent assez fortes, sont échangées entre les fils conducteurs venant de la ligne et les pièces métalliques communiquant avec la terre.

Pour éviter ces derniers effets, qui auraient pour résultat une interruption plus ou moins longue dans le service des appareils jusqu'à la réparation ou le remplacement, on emploie dans les bureaux télégraphiques des paratonnerres offrant une ou deux des dispositions ci-après :

1° Deux séries de pointes très-rapprochées; l'une des séries est en contact avec le fil extérieur, l'autre avec la terre. Les pointes ne se touchent point. Le courant de la pile ne peut donc point s'y perdre, mais l'électricité statique, en trop grande quantité, se dissipe par une série de petites étincelles;

2° Un fil de fer très-fin entre la ligne et l'appareil. Ce fil entouré de soie est enroulé sur un cylindre métallique en contact avec la terre. Il brûle avant le fil de cuivre des bobines et protége celles-ci;

3° Une feuille de papier entre deux plaques de cuivre, dont l'une communique au fil extérieur, l'autre à la terre. Le papier est assez isolant pour empêcher toute déperdition du courant de la pile; mais il permet au fluide statique de se dissiper par petites étincelles.

Après un service d'une certaine durée, les feuilles de papier sont presque toujours percées d'une quantité de petits trous semblables à des piqûres d'épingles, et qui ne détruisent pas l'isolement. Parfois de fortes étincelles brûlent le papier et causent même une fusion partielle des surfaces métalliques. Dans ce dernier cas, le paratonnerre conduit immédiatement à la terre; il protége les appareils pendant la durée de l'orage, et doit être remplacé ensuite pour que le service télégraphique puisse recommencer.

Ce dernier système est celui qu'on emploie généralement sur les lignes belges. Les paratonnerres sont construits par M. Lippens, de Bruxelles. Leur entretien et le remplacement du papier, de temps à autre, se font très-facilement par le personnel des bureaux.

Comme aucun système de paratonnerre n'est infaillible, il est recommandé aux employés, pour assurer plus complétement les appareils contre tout dégât, de mettre les fils extérieurs en contact avec le sol dès qu'ils s'aperçoivent de l'orage.

Les effets qui viennent d'être décrits sont les plus fréquents et ne s'observent que dans les bureaux. Il est rare que les poteaux et les fils reçoivent des atteintes visibles. Lorsque le cas se présente, les poteaux sont brisés en éclats comme des arbres frappés de la foudre. La cause et les effets sont les mêmes. Seulement, les fils conducteurs qui relient entre eux les poteaux voisins semblent les rendre solidaires, car plusieurs poteaux plus ou moins espacés sont ordinairement frappés en même temps (1).

---

(1) On a essayé de protéger les poteaux et les fils par des pointes métalliques surmontant, de distance en distance, les poteaux les plus élevés, et communiquant au sol par un fil conducteur attaché le long du poteau. Ce préservatif, reconnu sans effet, a été abandonné presque partout.

Enfin, plus rarement encore, les fils de fer eux-mêmes sont rompus par la décharge électrique. Ce phénomène vient de se produire pour la première fois en Belgique, depuis dix ans que les lignes principales sont établies. Quelques détails sur les circonstances qui l'ont accompagné ne seront peut-être pas sans intérêt.

Le 15 mai 1860, vers huit heures du soir, les fils télégraphiques ont été frappés de la foudre sur la section de Tirlemont à Landen, à quatre kilomètres de Tirlemont.

Sur ce point, le chemin de fer est à peu près au niveau de la campagne environnante. Il y a, à peu de distance, un bâtiment de ferme qui n'a reçu aucune atteinte.

Cinq fils sont placés sur les mêmes poteaux. Les deux supérieurs seuls ont été rompus. Les bouts présentent des traces d'échauffement et d'allongement avant la rupture. La couche de zinc (c'est du fil de fer galvanisé) a été volatilisée sur une longueur de deux à trois centimètres.

Il est utile de noter :

1° Que les deux fils supérieurs, placés en 1850, ont 4 millimètres de diamètre; ils sont de fer *non recuit*, et pouvaient supporter, sans rompre, lorsqu'ils ont été fournis, un poids de huit à neuf cents kilogrammes;

2° Que le troisième fil placé en 1851 n'a que trois millimètres de diamètre; il a subi un recuit partiel et ne pouvait supporter avant rupture qu'un poids de 350 à 400 kilogrammes;

3° Que les deux fils inférieurs, recuits et de 4 millimètres de diamètre, ne supportaient aux épreuves que 600 kilogrammes. Ils datent de 1854 et 1857.

Le fait que les deux fils les plus tenaces ont seuls été rompus, sans qu'on puisse assigner à cette particularité

d'autre cause qu'une différence de hauteur de 25 centimètres, est assez remarquable pour être cité.

Après avoir exercé cette action sur les fils, le fluide électrique s'est dissipé dans le sol, par l'intermédiaire des poteaux voisins. Ces poteaux sont des brins de sapin injectés de sulfate de cuivre et placés en 1850. Ils se sont conservés jusqu'à présent sans aucune trace de pourriture, bien que la plupart d'entre eux soient de faible dimension (environ 12 centimètres de diamètre moyen).

Leur hauteur au-dessus du sol varie de 4 à 6 mètres et leur écartement est de 50 mètres.

Les deux premiers poteaux, de part et d'autre du point de rupture, ont été brisés en éclats jusqu'à un et deux mètres de sol.

Vers Landen, le 2me poteau a eu le sommet emporté entre le 2me et le 3me fil, le 4me poteau a été brisé sous le 5me fil. Le 3me n'a pas été touché, non plus que les suivants, sauf le 9me, qui a été fendu sur toute sa longueur, et le 14me sillonné profondément de haut en bas.

Vers Tirlemont, le 2me poteau, le 3me, le 8me et le 19me ont été sillonnés *depuis le* 3me *fil* jusqu'en bas. Les autres n'ont reçu aucune atteinte.

Les sillons ont, en moyenne, 5 centimètres de largeur et 6 à 10 centimètres de profondeur. Il semblerait qu'un copeau épais a été enlevé en suivant les fibres du bois, et en diminuant de largeur jusqu'au sol.

Les sapins exposés à l'air se tordent souvent. La direction des fibres est alors indiquée par de petites fentes en hélice allongée. Les sillons observés suivent la même direction.

Les supports isolants sont des cloches en porcelaine renversées, fixées, par le haut, au poteau et à l'intérieur

desquelles est scellé un crochet qui porte le fil. *Tous les supports sont restés intacts*, même sur les poteaux fendus en éclats. Une trace noirâtre sur le poteau, à la hauteur des fils, indique que le fluide a passé du métal au poteau à travers la couche d'air et sans toucher à la porcelaine.

Pour compléter ces observations, il faut rendre compte de ce qui s'est passé dans les bureaux voisins.

A Landen, les fils ont été mis *sur terre* dès l'approche de l'orage, et les appareils n'ont reçu aucune atteinte.

A Tirlemont, on a peut-être attendu un peu plus longtemps, et l'on se trouvait plus près du point de la ligne où les faits déjà décrits ont été constatés, les électro-aimants du relais de sonnerie ont eu leurs fils brûlés à l'extérieur des bobines. Le papier du paratonnerre porte la trace de deux fortes étincelles, et sur les bords du papier brûlé, on voit des fragments de cuivre. Les deux plaques de cuivre qui serrent le papier portaient sur les mêmes points des traces de fusion et ont dû être repolies.

Ces dernières observations sont conformes à celles qui ont été faites chaque fois que des appareils télégraphiques ont été détériorés par l'électricité atmosphérique. Elles ne présentent quelque intérêt que par leur coïncidence avec les phénomènes constatés sur la ligne. C'est avec le 3me fil seulement que communiquent les appareils de Tirlemont. C'est aussi du 3me fil que les poteaux vers Tirlemont ont été frappés. Il y a donc une distinction à faire entre la commotion qui a brisé les fils supérieurs et la cause beaucoup moins énergique qui a agi sur un fil plus faible, sans le rompre, et qui a envoyé jusqu'au bureau voisin un courant suffisant pour détériorer les appareils.

Observations sur l'accélération de la vitesse du bruit du tonnerre; par M. Montigny, correspondant de l'Académie.

La question que j'ai soulevée dans une note précédente (1), de savoir si la vitesse du bruit du tonnerre n'est pas supérieure à celle du son ordinaire, a été l'occasion d'un appel adressé par M. Moigno, dans le *Cosmos*, à ceux de ses lecteurs qui sont le plus à même d'observer les orages. Parmi les réponses que M. Moigno a reçues figure, la première en date, une lettre de M. Hirn, écrite de Logelbach, près de Colmar (2). Cet observateur donne raison aux faits que j'ai signalés, pour la généralité des cas où la foudre atteint le sol. Voici comment M. Hind s'exprime à cet égard :

« Dans la localité que j'habite, et probablement en » raison de la proximité des Vosges, où se forment presque » tous nos orages, la foudre tombe très-fréquemment; je » ne me souviens pas d'une seule année où je n'aie vu » trois ou quatre coups de foudre au moins dans un » rayon qui ne dépasse pas quatre kilomètres autour de » Logelbach. Comme fait, l'observation de M. Montigny » est très-juste en général, et m'avait frappé depuis long- » temps déjà. A quelque distance de notre localité que » j'aie vu tomber la foudre, *pourvu que la nuée orageuse* » *allât jusqu'au zénith*, j'ai remarqué que le bruit arrivait » non pas toujours, ce serait trop absolu, mais fort sou- » vent beaucoup plus vite que ne semblait le comporter » ma distance au lieu frappé.... »

Malgré la restriction que renferme ce passage, et quelle

---

(1) *Bulletins de l'Académie*, 2e série, t. IX, n° 1.

(2) Voir le *Cosmos* du 22 juin dernier.

que soit l'opinion de l'auteur à l'égard de la cause des anomalies observées, je crois devoir faire connaître à l'Académie une assertion aussi formelle qui vient à l'appui des faits que j'ai eu l'honneur de lui signaler; cette confirmation ne peut qu'attirer de nouveau l'attention des observateurs de divers pays sur l'anomalie que le bruit du tonnerre paraît présenter à l'égard de sa vitesse de propagation.

Note sur l'action du brome sur l'acide succinique et sur la transformation des acides succiniques bromés en acides tartrique et malique; par M. Aug. Kekulé, professeur à l'université de Gand (1).

Parmi les problèmes qui ont provoqué les recherches des chimistes, dans ce dernier temps, il y en a un qui a surtout attiré l'attention de ceux qui s'occupent de chimie organique : c'est la transformation d'un acide organique en un autre acide d'*atomicité* différente, mais contenant le même nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène et ne différant que par la quantité d'oxygène.

J'ai fait connaître, en 1858, le premier fait de ce genre, à savoir, la transformation de l'acide acétique en acide glycolique par l'intermédiaire de l'acide monochloracétique. Peu de temps après, et indépendamment de mes expériences, MM. Perkin et Duppa ont découvert la même transformation en employant l'acide bromacétique au lieu de l'acide chloracétique. La réaction inverse, la réduction

---

(1) Dans cette note et dans la suivante, on s'est servi de la nouvelle notation :

$$H = 1; \quad O = 16; \quad N = 14; \quad C = 12.$$

d'un acide organique, a été réalisée pour la première fois par Ulrich (1859) : c'est la transformation de l'acide tartrique en acide propionique par l'action de l'eau et du zinc sur le produit que M. Wurtz avait obtenu peu de temps avant en distillant le lactate de chaux avec le perchlorure de phosphore. En 1860 (février), M. Lautemann fit voir que la même réaction peut s'effectuer d'une manière directe par l'action de l'acide iodhydrique. Le même réactif permit à M. Schmitt (1860, avril) de transformer l'acide tartrique et l'acide malique en acide succinique. Dans ce dernier temps enfin, MM. Perkin et Duppa ont démontré (1860, avril) que l'acide succinique peut se transformer par oxydation indirecte en acide tartrique.

J'avais continué, de mon côté, des expériences de ce genre, et j'avais tenté à différentes reprises d'obtenir les acides succiniques bromés, pour les transformer ensuite en acide tartrique et en acide malique. L'action du brome sur l'acide succinique ne m'ayant pas donné de résultat bien net, j'ai eu recours à d'autres réactions. J'ai essayé, entre autres, de préparer les acides succiniques bromés par l'action du brome sur le succinate d'argent. On sait que M. Péligot a obtenu, par une réaction analogue, l'acide bromobenzoïque. Le brome réagit en effet facilement et à la température ordinaire sur le succinate d'argent, quand on place ces deux corps dans un flacon bouché. Tout l'argent est éliminé sous forme de bromure d'argent, mais il ne se forme pas d'acide bromé. Le produit extrait par l'eau donne, au contraire, de l'acide succinique parfaitement pur (1).

---

(1) L'analyse de cet acide m'a donné en centièmes :

	C = 40.2;	H = 5.19
L'acide succinique contient	C = 40.6;	H = 5.08.

On sait que MM. Perkin et Duppa, pour obtenir l'acide bibromosuccinique, préparent d'abord le chlorure de succinyle; ils le transforment, par l'action du brome, en chlorure de bibromosuccinyle, qui ensuite se dédouble en présence de l'eau en donnant l'acide bibromosuccinique. Cette méthode, très-ingénieuse d'ailleurs, est de longue haleine, et n'a pas permis jusqu'à présent de préparer l'acide monobromosuccinique. La méthode que j'ai employée est beaucoup plus simple, et elle permet de préparer à volonté l'acide monobromo- ou l'acide bibromosuccinique. Elle consiste à faire réagir le brome dans des conditions spéciales sur l'acide succinique.

On sait qu'en général les éléments chlore et brome réagissent par substitution quand il n'y a pas en présence de l'eau qui puisse intervenir dans la réaction; on sait aussi qu'en présence de l'eau, il y a le plus souvent oxydation de la substance organique, avec formation d'acide chlorhydrique ou bromhydrique. L'acide succinique fait exception à cette règle: à sec, le brome ne donne pas de réaction nette; en présence de l'eau il y a substitution. Il paraît que la proportion d'eau mise en présence détermine surtout la formation de l'acide succinique bibromé ou celle de l'acide monobromé.

Acide bibromosuccinique. — La méthode qui m'a paru la plus avantageuse pour préparer cet acide consiste à chauffer, dans des tubes scellés à la lampe (à 150°-180°) (1), 12 parties d'acide succinique avec 33 parties de brome et 12 parties d'eau. (J'ai employé des tubes contenant 12 gr. d'acide succinique et 11 C. C_m. de brome). Après la réaction,

(1) La réaction s'accomplit, mais lentement, même à la température de l'ébullition de l'eau.

toute la masse est transformée en petits cristaux grisâtres. Quand on ouvre le tube, il s'échappe beaucoup d'acide bromhydrique. Pour purifier le produit, il convient de le laver à l'eau dans le tube même, en ouvrant, d'un côté du tube la pointe effilée seulement, de manière qu'il forme une espèce d'entonnoir. Le produit lavé est ensuite dissous dans l'eau bouillante et traité par le charbon animal. Par le refroidissement, on obtient de grands cristaux parfaitement blancs; les eaux mères en donnent de nouveau par l'évaporation lente ou par le refroidissement des liquides concentrés à chaud.

Dans l'espoir d'obtenir l'acide monobromosuccinique, j'avais chauffé, dans quatre tubes, des mélanges de 20 gr. d'acide succinique avec 11 gr. de brome et 10 gr. d'eau. Une température de 150° avait suffi pour faire disparaître tout le brome. Il y avait dans les tubes deux espèces de cristaux. La partie supérieure contenait de grands cristaux presque blancs, la partie inférieure de petits cristaux d'une couleur brunâtre. Les premiers sont de l'acide succinique ordinaire (1), les autres de l'acide bibromosuccinique. (Voyez *Analyse* n° 3). Je n'ai pas trouvé dans le produit de cette opération de l'acide monobromosuccinique. Il paraît donc que l'action du brome sur l'acide succinique, en présence d'une petite quantité d'eau, donne toujours naissance à l'acide bibromé, même quand on a employé les substances dans des proportions qui correspondent à la formation de l'acide monobromé.

---

(1) 0.5456 gr. de cet acide succinique ont donné 0.5074 gr. d'acide carbonique et 0.1616 gr. d'eau. Ce qui donne en centièmes :

Trouvé . . .	C = 40.27;	H = 3.22
Calculé . . .	40.67;	= 3.08.

Voici les résultats des analyses de l'acide bibromosuccinique :

a. 0.6064 gr. ont donné 0.5860 gr. d'acide carbonique et 0.0872 gr. d'eau;

b. 0.5018 gr. (d'une autre préparation) ont donné 0.5208 gr. d'acide carbonique et 0.0720 gr. d'eau ;

0.4882 gr. ont donné 0.6720 gr. de bromure d'argent;

c. 0.5218 gr. (préparés avec un excès d'acide succinique) ont donné 0.5554 gr. d'acide carbonique et 0.0742 gr. d'eau;

0.5848 gr. ont donné 0.5278 gr. de bromure d'argent.

Ces nombres donnent en centièmes :

CALCULÉ.			TROUVÉ.		
			I	II	III
C_4	— 48	— 17.59	17.56	17.45	17.55
H_4	— 4	— 1.45	1.59	1.59	1.58
Br_2	— 160	— 57.99	—	58.56	58.57
O_4	— 64	— 23.17	—	—	—
	276				

MM. Perkin et Duppa ayant annoncé qu'ils avaient étudié les propriétés de cet acide et de ses sels, je ne me suis pas arrêté sur ce sujet. J'ai constaté cependant la transformation du sel d'argent en bromure d'argent et en acide tartrique. Ce sel d'argent se précipite comme le succinate ordinaire; mais il se décompose avec une facilité telle, qu'on ne peut pas l'obtenir à l'état de pureté. Une ébullition peu prolongée, avec l'eau, suffit pour le décomposer en grande partie. Pour extraire l'acide tartrique du pro-

duit, j'ai suivi la marche suivante : La solution filtrée a été précipitée par l'acide sulfhydrique; filtrée de nouveau et évaporée pour chasser l'excès de ce réactif; on a ensuite neutralisé par l'ammoniaque, et, après avoir chassé l'excès d'ammoniaque par évaporation, on a précipité par le chlorure de barium.

Le tartrate de baryte ainsi obtenu a été décomposé par l'acide sulfurique. Par l'évaporation de la solution, on obtient des cristaux d'acide tartrique. L'acide tartrique ainsi préparé ne paraît pas exercer d'influence sur la lumière polarisée.

Acide monobromosuccinique. — Quand on chauffe de l'acide succinique et du brome avec une quantité plus considérable d'eau que celle que je viens d'indiquer pour la préparation de l'acide bibromé on obtient l'acide monobromosuccinique. J'ai, en effet, obtenu cet acide en chauffant à 180° un mélange d'acide succinique et de brome dans les proportions nécessaires pour la formation de l'acide bibromé, mais en présence d'une quantité considérable d'eau. Le tube ne contenait pas de cristaux d'acide bibromosuccinique; il était rempli d'un liquide jaune, et il n'y avait que peu de cristaux bruns groupés en mamelons qui n'étaient que de l'acide monobromosuccinique. Il y avait une forte pression dans le tube, et le gaz qui s'échappait contenait beaucoup d'acide carbonique.

L'acide monobromosuccinique est incolore comme l'acide bibromé, mais il est beaucoup plus soluble dans l'eau, et se dissout même dans l'eau froide en quantité très-considérable. Il cristallise beaucoup moins facilement que l'acide bibromosuccinique, et les cristaux sont beaucoup plus petits.

L'analyse de l'acide monobromosuccinique m'a donné les résultats suivants :

0.4498 gr. ont donné 0.4044 gr. d'acide carbonique et 0.1088 gr. d'eau ;

0.2246 gr. ont donné 0.2155 gr. de bromure d'argent.

On en déduit :

	CALCULÉ.	TROUVÉ.
C_4 =	48 — 24.37	24.52
H_5 =	5 — 2.54	2.68
Br =	80 — 40.61	40.78
O^4 =	64 — 32.48	—
	197	

L'acide monobromosuccinique précipite le nitrate d'argent. Le sel précipité se décompose avec une facilité extrême, de manière que la solution, filtrée immédiatement après la précipitation, se trouble tout de suite par le bromure d'argent formé. J'ai donc préféré, pour la transformation de cet acide en acide malique, ne pas préparer le sel d'argent par précipitation. J'ai introduit de l'oxyde d'argent dans la solution de l'acide. Cet oxyde se transforme rapidement en un sel blanc, qui se décompose, même à froid, et surtout à la température de l'ébullition, avec formation de bromure d'argent. La solution contient de l'acide malique. Pour l'en extraire, j'ai précipité la solution filtrée par l'acide sulfhydrique, et je l'ai évaporée au bain-marie. Le résidu de cette évaporation était une masse solide imparfaitement cristallisée. Je l'ai redissoute dans l'eau et saturée exactement par l'eau de baryte. Le sel de baryte ainsi préparé a été évaporé par

l'ébullition ; un sel blanc amorphe, qui n'est autre que le malate neutre et anhydre de baryte, s'est précipité.

0.2330 gr. de ce sel m'ont donné 0.2018 gr. de sulfate de baryte.

Ce qui donne en centièmes . . .	Ba =	50.92
La formule $C_4 H_4 Ba_2 O_5$ exige . .		50.93

Ce sel est insoluble dans l'eau même à la température de l'ébullition ; il se dissout facilement dans l'acide nitrique. Cette solution neutralisée par l'ammoniaque donne (après l'élimination de l'excès d'ammoniaque) les réactions du malate d'ammoniaque. Elle réduit le chlorure d'or, et donne, avec l'acétate de plomb, exactement le même prépité que le malate d'ammoniaque ordinaire.

Les relations mentionnées au commencement de cette note, — transformation des acides tartrique et malique en acide succinique, et transformation inverse de l'acide succinique en acide tartrique et acide malique, et dont la dernière a été réalisée par les expériences que je viens de décrire, — ne laissent pas de doute sur les liens de parenté qui rattachent ces deux acides à l'acide succinique, et, par suite, aux autres corps congénères des alcools. Les acides malique et tartrique trouvent donc maintenant leur place naturelle dans le système que beaucoup de chimistes ont adopté dans les derniers temps, et dont j'ai résumé ailleurs les principes. Ce système est complété dans le tableau suivant, où l'on a placé, à côté des formules générales, les formules de substances connues appartenant à ce groupe :

ALCOOLS.		ACIDES. MONOBASIQUES.	ACIDES. BIBASIQUES.	ACIDES. TRIBASIQUES.
IONOATOMIQUES.	$C_n H_{2n+1} \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_n H_{2n-1} \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_n H_{2n-3} \left.\begin{matrix} O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O$	
	$\left.\begin{matrix} C\ H_3 \\ H \end{matrix}\right\} O$ Alc. méthylique.	$\left.\begin{matrix} C\ H\ O \\ H \end{matrix}\right\} O$ Ac. formique.		
	$\left.\begin{matrix} C_2 H_5 \\ H \end{matrix}\right\} O$ Alc. éthylique.	$\left.\begin{matrix} C_2 H_3\ O \\ H \end{matrix}\right\} O$ Ac. acétique.		
	$\left.\begin{matrix} C_3 H_7 \\ H \end{matrix}\right\} O$ Alc. propylique.	$\left.\begin{matrix} C_3 H_5\ O \\ H \end{matrix}\right\} O$ Ac. propionique.	$\left.\begin{matrix} C_3 H_3\ O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O$ Ac. pyruvique (?)	
IATOMIQUES.	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n} \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-2}\ O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-4}\ O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$	
		$\left.\begin{matrix} C\ O \\ K_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Carbonates.	$\left.\begin{matrix} C_2\ O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Ac. oxalique.	
	$\left.\begin{matrix} C_2 H_4 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Glycol.	$\left.\begin{matrix} C_2 H_2\ O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Ac. glycolique.	$\left.\begin{matrix} C_3 H_2\ O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Ac. malonique.	
	$\left.\begin{matrix} C_3 H_6 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Glyc. propylique.	$\left.\begin{matrix} C_3 H_4\ O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Ac lactique.	$\left.\begin{matrix} C_4 H_4\ O_2 \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Ac. succinique.	
RIATOMIQUES.	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-1} \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-3}\ O \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-5}\ O_2 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$	
		$\left.\begin{matrix} C_2 H\ O \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Ac. glyoxylique (?)	$\left.\begin{matrix} C_3 H\ O_2 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Ac. tartronique.	
	$\left.\begin{matrix} C_3 H_5 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Glycérin.	$\left.\begin{matrix} C_3 H_3\ O \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Ac. glycérique.	$\left.\begin{matrix} C_4 H_3\ O_2 \\ H_3 \end{matrix}\right\} O_3$ Ac. malique.	
ATOMIQUES.	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-2} \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-4}\ O \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-6}\ O_2 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-8}\ O_3 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$
		$\left.\begin{matrix} C_6 H_8\ O \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Mannitane (?)	$\left.\begin{matrix} C_4 H_2\ O_2 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Ac. tartrique.	$\left.\begin{matrix} C_6 H_4\ O_3 \\ H_4 \end{matrix}\right\} O_4$ Ac. citrique (?)
ATOMIQUES.	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-3} \\ H_5 \end{matrix}\right\} O_5$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-5}\ O \\ H_5 \end{matrix}\right\} O_5$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-7}\ O_2 \\ H_5 \end{matrix}\right\} O_5$	
		$\left.\begin{matrix} C_6 H_7\ O \\ H_5 \end{matrix}\right\} O_5$ Sucre (?)		
ATOMIQUES.	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-4} \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-6}\ O \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$	$\left.\begin{matrix} C_n H_{2n-8}\ O_2 \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$	
	$\left.\begin{matrix} C_6 H_8 \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$ Mannite.		$\left.\begin{matrix} C_6 H_4\ O_2 \\ H_6 \end{matrix}\right\} O_6$ Ac. saccharique (?)	

J'ai ajouté les formules de plusieurs substances encore trop peu étudiées pour qu'on puisse les placer d'une manière certaine; ces substances sont marquées de (?).

Je rappellerai à cette occasion que les substances appartenant au type eau et contenant des radicaux formés par le carbone et l'hydrogène seulement, sont des alcools et ne possèdent pas de caractères acides bien prononcés. Les substances contenant des radicaux oxygénés, au contraire, échangent facilement l'hydrogène du type contre des métaux et sont de véritables acides. Je ferai remarquer, en outre, que les acides contenant *un* atome d'oxygène dans le radical sont *monobasiques;* les acides contenant *deux* atomes d'oxygène dans le radical sont *bibasiques;* et ainsi de suite. De manière que la BASICITÉ d'un acide ne dépend pas du nombre d'atomes d'hydrogène typique que le corps contient, mais du nombre d'atomes d'oxygène contenus dans le radical. La *basicité* d'un acide est donc indépendante de son *atomicité.*

Note sur l'acide acétoxybenzamique; par M. G.-E. Foster.

Si l'on envisage l'acide hippurique comme du glycocolle dans lequel l'atome d'hydrogène est remplacé par le radical benzoyle, on est conduit à admettre qu'il doit exister un isomère de l'acide hippurique qui est de l'acide oxybenzamique (ac. benzamique ou amidobenzoïque, dans lequel un atome d'hydrogène est remplacé par le radical acétyle. L'expérience a confirmé cette supposition.

J'ai préparé cet isomère de l'acide hippurique de différentes manières :

1° En chauffant l'acide oxybenzamique avec de l'acide acétique dans un tube scellé à la lampe. A 130-140 degrés, le mélange devient liquide et se solidifie de nouveau à 160°. La réaction a lieu d'après l'équation

$$C_7 H_7 N O_2 + C_2 H_4 O_2 = C_9 H_9 N O_3 + H_2 O;$$

2° Par l'action du chlorure d'acétyle sur l'oxybenzamate de zinc, substance que l'on obtient facilement en précipitant l'oxybenzamate de chaux par le chlorure de zinc. La réaction a lieu à 100 degrés :

$$C_7 H_6 Z_n N O_2 + C_2 H_3 O Cl = C_9 H_9 N O_3 + Z_n Cl;$$

3° En faisant réagir l'acide acétique sur l'oxybenzamate de zinc.

La première de ces méthodes est la plus avantageuse. On dissout le produit dans un alcali et on précipite par l'acide chlorhydrique. L'acide acétoxybenzamique ainsi préparé, se purifie facilement par deux ou trois cristallisations et par le noir animal.

L'analyse de l'acide acétoxybenzamique m'a donné les résultats suivants :

1° 0,3788 gr. (préparés par l'acide acétique et l'acide oxybenzamique) ont donné 0,8382 gr. d'acide carbonique et 0,1776 gr. d'eau ;

2° 0,2913 gr. (préparés par le chlorure d'acétyle et le benzamate de zinc) ont donné 0,6396 gr. d'acide carbonique et 0,139 gr. d'eau ;

3° 0,4363 gr. (d'une autre préparation d'après la même méthode) ont donné : 0,9677 gr. d'acide carbonique et 0,1987 gr. d'eau;

0,4302 gr. ont donné 0,2375 gr. de platine.

0,4442 gr. ont donné 29.2 C. C_m. d'azote à 0° et 760; égale à 0,0367 gr.

Ces nombres donnent en centièmes :

CALCULÉ			TROUVÉ.			
			I.	II.	III.	
C_9 —	108 —	60.33	60.36	59.88	60.49	—
H_9 —	9 —	5.03	5.02	5.23	5.06	—
N —	14 —	7.82	—	—	7.80	8.25
O_5 —	48 —	26.82	—	—	—	—
	179	100.00				

L'acide acétoxybenzamique est une poudre blanche, formée par de cristaux microscopiques. Il est presque insoluble dans l'eau froide et dans l'éther; l'eau bouillante le dissout un peu, l'alcool bouillant en dissout beaucoup et le dépose presque complétement par le refroidissement. Il fond à 220°-230° et se sublime en partie sans décomposition.

Il peut être bouilli avec de l'eau et avec des acides étendus sans se décomposer; mais quand on le chauffe à 140° avec de l'acide sulfurique étendu, il subit une décomposition en se dédoublant en acide oxybenzamique et en acide acétique.

J'ai fait l'analyse du chlorhydrate de l'acide oxybenzamique ainsi préparé, et j'ai constaté la formation de l'acide acétique par l'analyse de l'acétate de baryte.

L'acide acétoxybenzamique est décomposé de même par l'acide chlorhydrique dissous dans l'alcool. On obtient de l'éther acétique et de l'éther oxybenzamique. Une partie de l'acide se décompose cependant en donnant de l'acide oxybenzamique, et je n'ai pas réussi à séparer complé-

tement l'éther oxybenzamique de l'acide oxybenzamique.

J'ai essayé de préparer l'acide acétoxybenzoïque en faisant arriver l'acide nitreux dans une solution bouillante d'acide acétoxybenzamique, ou bien encore en traitant par le deutoxyde d'azote un mélange d'acide acétoxybenzamique et d'acide azotique. Mais, dans les deux cas, je n'ai obtenu que des acides nitrés.

Sels de l'acide acétoxybenzamique. — Les sels de *potasse* et de *soude* sont très-solubles dans l'eau et dans l'alcool, insolubles dans l'éther; ils cristallisent difficilement. 0,468 gr. de sel de soude desséché à 120° m'ont donné 0,1636 gr. de sulfate de soude, ce qui correspond à 11.32 p. c. de sodium; le calcul exige 11.44 pour la formule : $C_9 H_8 N O_5$.

L'acétoxybenzamate de baryte est également très-soluble dans l'eau; par l'évaporation lente de sa solution, on l'obtient sous forme de fines aiguilles. Ces cristaux sont hydratés et perdent leur eau de cristallisation à 130°.

1,8858 gr. desséchés dans le vide ont perdu à 130°-145° degrés 0,1812 gr.

0.8776 gr. desséchés de la même manière ont perdu 0.0887 gr.

L'analyse du sel desséché m'a fourni les résultats suivants :

0.6464 gr.	ont donné	0.3027 gr.	de sulfate de baryte.	
0.3783	—	0.1774	—	—
0.3918	—	0.1824	—	—

0.9185 gr. (brûlés par le chromate de plomb) ont donné 1.4625 gr. d'acide carbonique et 0.288 gr. d'eau.

Ces résultats conduisent à la formule :

$$C_9 H_8 Ba N O_5 + 1^1/_2 H_2 O,$$

qui exige :

	CALCULÉ.	TROUVÉ.
Eau de cristallisation :	9.87	9.60 — 10.11

	CALCULÉ.		TROUVÉ.			
C_9 —	108	— 43.81	—	—	—	43.43
H_8 —	8	— 3.25	—	—	—	3.48
Ba —	68.5	— 27.79	27.54	27.32	27.42	—
N —	14	— 5.68	—	—	—	—
O_3 —	48	— 19.47	—	—	—	—
	246.5					

L'acétoxybenzamate de chaux est moins soluble que les sels précédents; il se dépose, par le refroidissement d'une solution aqueuse saturée à chaud, sous forme de cristaux qui contiennent de l'eau de cristallisation.

0.6428 gr. desséchés dans le vide ont perdu à 130° 0.081 gr.

0.6500 gr. desséchés dans le vide ont perdu à 130° 0.0781 gr.

0.2978 gr. de sel desséché ont donné 0.1039 gr. de sulfate de baryte.

0.2087 gr. ont donné 0.0722 gr. de sulfate de baryte.

0.3420 gr. ont donné 0.6786 gr. d'acide carbonique et 0.1337 gr. d'eau.

La formule

$$C_9\ H_8\ Ca\ N\ O_5 + 1^1/_2\ H_2\ O$$

exige :

	CALCULÉ.	TROUVÉ.	
Eau de cristallisation :	12.0	12.6	12.4

	CALCULÉ.		TROUVÉ.		
C_9	108	54.55	—	—	54.12
H_8	8	4.04	—	—	4.34
Ca	20	10.10	10.26	10.17	—
N	14	7.07	—	—	—
O_5	48	24.24	—	—	—
	198	100.00			

Éther acétoxybenzamique. — Comme on l'a déjà dit, ce corps ne se forme pas par la méthode qui a servi à M. Stenhouse pour préparer l'éther hippurique, et qui consiste à chauffer l'acide avec une solution d'acide chlorhydrique dans l'alcool. Quand on chauffe, au contraire, l'acide acétoxybenzamique avec de l'alcool seul, dans un tube scellé, une réation se manifeste vers 150°, et on obtient un corps qui, d'après sa formation et ses propriétés, paraît être l'éther acétoxybenzamique. Je n'ai cependant pas réussi à l'obtenir à l'état de pureté.

J'ai encore fait réagir le chlorure de benzoyle sur l'oxybenzamate de zinc, dans l'espérance d'obtenir un acide benzoyl-oxybenzamique (1). Le produit de la réaction est en effet un acide qui est insoluble dans l'éther et dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante, l'alcool et le chloroforme. Un dosage de l'azote, d'après la méthode de M. Dumas, et les résultats de deux combustions s'accordent sensiblement avec la composition de l'acide benzoyl-oxybenzamique. Les propriétés de cette substance sont cependant peu nettes.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'ajouter quelques

(1) Corps mentionné par M. Cahours sous le nom : *acide glycobenzamique.*

observations sur les relations qui existent entre l'acide acétoxybenzamique et son isomère, l'acide hippurique, et sur la manière de formuler ces deux substances.

Il a été démontré que l'acide acétoxybenzamique se forme par une réaction qui est tout à fait analogue à celle qui donne naissance à l'acide hippurique. On a :

Chlorure d'acétyle. Oxybenzamate de zinc. Ac. acétoxybenzamique.

$$\overline{C_2 H_3 O Cl} + \overline{C_7 H_6 Z_n O_2} = \overline{C_9 H_9 N O_3} + Z_n Cl.$$

Chlorure de benzoyle. Zinc-glycocolle. Ac. hippurique.

$$\overline{C_7 H_5 O Cl} + \overline{C_2 H_4 Z_n O_2} = \overline{C_9 H_9 N O_3} + Z_n Cl.$$

De même les deux acides se dédoublent sous l'influence de l'eau, d'après les équations analogues :

Ac. acétoxybenzamique. Ac. acétique. Ac.oxybenzamique.

$$\overline{C_9 H_9 N O_3} + H_2 O = \overline{C_2 H_4 O_2} + \overline{C_7 H_7 N O_2}$$

Ac. hippurique. Ac. benzoïque. Glycocolle.

$$\overline{C_9 H_9 N O_3} + H_2 O = \overline{C_7 H_6 O_2} + \overline{C_2 H_5 N O_2}$$

La manière la plus simple d'exprimer ces analogies par des formules consiste certainement à écrire l'acide acétoxybenzamique comme un dérivé acétylé de l'acide oxybenzamique, c'est-à-dire comme de l'acide oxybenzamique dans lequel un atome d'hydrogène est remplacé par le radical acétyle; et à représenter de même l'acide hippurique comme du glycocolle dans lequel un atome d'hydrogène est remplacé par le radical benzoyle.

Or, dans cette manière de voir, une difficulté se présente. C'est de savoir par quelles formules rationnelles on

doit représenter le glycocolle et l'acide oxybenzamique. Les substances en question appartiennent à deux séries parallèles comprenant des corps analogues :

Ac. acétique . .	$C_2 H_4 O_2$;	$C_7 H_6 O_2$ ac. benzoïque.
Ac. chloracétique.	$C_2 H_3 Cl O_2$;	$C_7 H_5 (N O_2) O_2$ ac. nitrobenzoïque.
Glycocolle . . .	$C_2 H_5 N O_2$;	$C_7 H_7 N O_2$ ac. oxybenzamique.
Ac. glycolique .	$C_2 H_4 O_3$;	$C_7 H_6 O_3$ ac. oxybenzoïque.

Pour représenter ces substances par des formules rationnelles, on peut adopter deux systèmes différents. On peut indiquer par les formules les relations de génération seulement, ou bien, on peut donner à ces substances des formules telles, qu'elles indiquent non-seulement ces relations génériques, mais encore la fonction chimique du corps.

Le premier système, en écrivant les acides acétique et benzoïque comme appartenant au type eau, donnera :

Ac. acétique . .	$C_2 H_3 \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$;	$C_7 H_5 \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. benzoïque.
Ac. chloracétique.	$C_2 H_2 Cl \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$;	$C_7 H_4 (N O_2) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. nitrobenzoïque.
Glycocolle. . .	$C_2 H_2 (H_2 N) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$;	$C_7 H_4 (H_2 N) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. oxybenzamique.
Ac. glycolique .	$C_2 H_2 (H O) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$;	$C_7 H_4 (H O) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. oxybenzoïque.

Le second système donnera les formules suivantes :

Ac. acétique. $C_2 H_2'' \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$; $C_7 H_4'' \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. benzoïque. Type. $\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$

Ac. chloracét. $C_2 H_2'' \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} Cl \\ H \end{matrix}\right\} O$; $C_7 H_4 \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} N O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O$ ac. nitrobenzoïque.

Glycocolle.	$C_2H_2''\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}N;\ \left.\begin{matrix}O\\H\end{matrix}\right\}O;$	$C_7H_4''\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}N\ \left.\begin{matrix}O\\H\end{matrix}\right\}O$	ac. oxybenzamiq.	Type. $\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}N\ \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$
Ac. glycoliq.	$C_2H_2''\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O;\ \left.\begin{matrix}O\\H\end{matrix}\right\}O;$	$C_7H_4''\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O\ \left.\begin{matrix}O\\H\end{matrix}\right\}O$	ac. oxybenzoïque.	Type. $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O\ \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$

On voit facilement que, dans les formules données en premier lieu, c'est le type qui reste le même et le radical qui change. Dans les autres formules, au contraire, le radical reste constant, et c'est le type qui change.

On pourrait objecter que ces deux espèces de formules sont essentiellement identiques, et qu'il n'y a qu'une différence de forme, à savoir que, dans le premier cas, on écrit les éléments en ligne horizontale, en remplaçant l'hydrogène du radical; dans le second cas, on sépare ces éléments en les écrivant au-dessus des autres. Nous croyons, en effet, que les deux formules sont également admissibles, si toutefois on s'en sert dans le même sens. Il nous paraît, cependant, que l'on doit tenir compte des considérations suivantes :

1. Le seul sens que l'on puisse attacher au mot *radical*, ou la seule définition que l'on puisse donner d'un *radical* (composé), est celle-ci : un radical est un groupe d'atomes qui se trouve dans un nombre plus ou moins grand de composés, et qui ne s'altère pas dans des réactions qui transforment ces composés en d'autres; dès lors, on ne peut regarder des substances qui se transforment facilement l'une dans l'autre, comme contenant des radicaux différents.

2. Le seul but des formules typiques étant de représenter la fonction chimique des corps, c'est-à-dire la

nature des transformations qu'ils peuvent subir, il nous paraît inadmissible de représenter comme appartenant au même type des substances qui possèdent des fonctions différentes et qui subissent des transformations différentes :

Par exemple, les formules :

$$C_7 H_5 \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O \qquad C_7 H_4 (N O_2) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O \qquad C_7 H_4 (H_2 N) \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O$$

Ac. benzoïque. Ac. nitrobenzoïque. Ac. oxybenzamique.

En écrivant ces trois substances comme appartenant au même type, on semble indiquer que ces corps doivent donner des produits analogues sous l'influence des chlorures (chlorure de benzoyle, chlorure d'acétyle, etc.). L'expérience a fait voir, au contraire, que les deux premiers corps donnent par cette réaction des anhydrides, et que le troisième donne un acide bien caractérisé. La même différence se fait voir dans l'action des chlorures sur les sels de l'acide acétique et sur les sels du glycocolle.

Par ces raisons, on a représenté le glycocolle et l'acide oxybenzamique par les formules :

$$\text{Glycocolle.} \quad C_2 H_2'' \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N \qquad C_7 H_4'' \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N \quad \text{ac. oxybenzamique,}$$

qui représentent ces deux corps comme des acides amidés de l'acide glycolique (oxyacétique) et de l'acide oxybenzoïque.

L'acide hippurique et l'acide acétoxybenzamique sont alors représentés par les formules :

$$\text{Ac. hippurique.} \quad \begin{matrix} C_7 H_5' \\ C_2 H_2'' \end{matrix} \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O; \left.\begin{matrix} H \\ O \end{matrix}\right\} N; \qquad \begin{matrix} C_2 H_3'' \\ C_7 H_4'' \end{matrix} \left.\begin{matrix} O \\ H \end{matrix}\right\} O \left.\begin{matrix} H \\ O \end{matrix}\right\} N \quad \text{ac. acétoxybenzamique.}$$

La cause de l'isomérie de ces deux acides peut alors être énoncée de la manière suivante : dans l'acide hippurique, le radical de la série acétique est bibasique, et le radical de la série benzoïque est monobasique; dans l'acide acétoxybenzamique, au contraire, le radical de la série benzoïque est bibasique, et le radical de la série acétique, monobasique.

J'ajouterai, en terminant, que je ne prétends nullement revendiquer l'originalité de la formule que j'adopte pour l'acide hippurique. On sait que Gerhardt a déjà représenté l'acide hippurique comme du benzoyl-glycocolle. Les formules du glycocolle et de l'acide oxybenzamique ont été proposées par M. Kekulé, et la formule qu'il donne (*Lehrb.*, p. 130) pour l'acide benzoglycolique ne laisse pas de doute qu'il n'eût écrit l'acide hippurique comme je viens de le faire, si l'occasion s'en était présentée.

—

M. Melsens fait connaître qu'il se proposait de lire à la séance de ce jour une notice sur les effets de la poudre, afin de développer la communication qu'il a faite au mois d'avril dernier, mais que le temps lui a manqué pour en faire la rédaction. La communication est remise à la séance suivante. M. Stas annonce également qu'il déposera, dans la prochaine réunion, son travail sur les poids atomiques.

Séance du 4 août 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Timmermans, Wesmael, Martens, Cantraine, Kickx, Stas, De Koninck, A. De Vaux, le vicomte B. du Bus, Nerenburger, Schaar, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, *membres;* Spring, Lacordaire, *associés;* Ernest Quetelet, Gloesener, Montigny, Candèze, *correspondants.*

MM. Chalon et Éd. Fétis, *membres des deux autres classes*, assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. Quetelet communique une lettre qu'il a reçue de M. Maury, directeur de l'observatoire de Washington, au sujet de la prochaine réunion que les observateurs, délégués par les différents États, organiseront pour l'étude des phénomènes de la physique du globe. Si, comme tout le fait espérer, ces physiciens finissent par s'entendre pour généraliser leurs travaux et suivre en quelque sorte les mouvements de l'atmosphère et ceux des mers sur les différents points du globe, si l'on parvient à donner à l'art d'observer le caractère d'universalité qui lui a manqué jusqu'à présent, ce congrès remplira la plus haute mission qu'il ait été donné à la science d'atteindre.

Le grand ouvrage de M. Maury, qui est actuellement à sa huitième édition, et le système uniforme de recherches établies sur les vaisseaux des principales puissances maritimes à la suite du premier congrès, ainsi que le raccourcissement déjà obtenu pour les différentes traversées, montrent assez ce qu'on peut espérer des résultats d'un nouveau congrès, plus complet que celui qui s'est réuni à Bruxelles en 1853.

— L'Académie impériale de Vienne fait hommage de ses différentes publications.

— L'observatoire de Madrid et celui du Capitole, à Rome, transmettent leurs observations météorologiques faites pendant les derniers mois.

— MM. de Schlagintweit communiquent, par une lettre, les recherches qu'ils ont faites en Asie pour déterminer les différentes proportions de l'homme. « Avant de quitter l'Europe, en 1854, disent-ils, nous avions formé une liste des objets qu'il importait de mesurer; nous avions été particulièrement guidés dans ces déterminations par les conseils de notre ami M. Quetelet. Nous avons depuis eu l'occasion de la modifier dans quelques détails, mais sans l'étendre cependant trop, ce qui aurait considérablement limité son usage au milieu des tribus sauvages. » Cette liste paraîtra dans le compte rendu du congrès international de statistique, qui vient d'avoir lieu à Londres.

— La classe reçoit les deux notices manuscrites suivantes :

1° *Sur une plante hybride observée dans les environs de Vilvorde;* par M. Alf. Wesmael. (Commissaires : MM. Kickx et Martens.)

2° *Sur les paratonnerres;* par M. J. Jaspar, mécanicien à Liége. (Commissaires : MM. Duprez et Ad. Quetelet.)

— MM. Timmermans et Candèze présentent des ouvrages imprimés de leur composition. (Voir la liste des ouvrages présentés.) — Remercîments.

NOMINATION.

M. d'Omalius d'Halloy, qui avait été nommé à la séance précédente pour faire partie de la commission chargée de la rédaction de la *Biographie nationale,* fait connaître qu'il

ne peut accepter ces fonctions. M. Dewalque est désigné par les suffrages de la classe pour le remplacer.

RAPPORTS.

MM. Timmermans et Schaar avaient été nommés commissaires pour l'examen d'un mémoire de M. Limbourg, répétiteur d'analyse à l'École du génie civil de Gand, sur un point de la théorie de la formule de Stirling : leur avis est entièrement favorable à ce travail, dont ils demandent l'impression.

Ils font connaître en même temps qu'au moment où ce mémoire était présenté à l'Académie, l'auteur, fort jeune encore, venait d'être enlevé à la carrière scientifique, qu'il semblait devoir parcourir avec éclat.

Conformément à la demande des commissaires, ce travail sera inséré dans le recueil des Mémoires de la compagnie.

— M. De Koninck dépose le rapport de M. Nyst sur une notice de M. Van Raemsdonck, et, comme second commissaire, présente quelques remarques à ce sujet. Ces remarques pourront être reproduites par écrit, lorsque M. Van Beneden, troisième commissaire, aura terminé son rapport.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Note sur l'éclipse de soleil du 18 juillet 1860, observée à l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. Ernest Quetelet, correspondant de l'Académie.

L'état du ciel a généralement peu favorisé l'observation de ce phénomène : des nuages plus ou moins denses voilaient souvent la surface du soleil. Cependant on a pu observer les moments de l'entrée et de la sortie du disque lunaire, ainsi que l'occultation et la réapparition de quelques taches.

J'observais dans la tourelle occidentale, à l'équatorial, avec un grossissement de septante-cinq fois. M. Hooreman avait placé sur la terrasse une lunette de Dollond, de quatre pouces d'ouverture; il a employé, pour l'occultation des taches, un grossissement de cent cinquante fois et, pour observer le dernier contact, un grossissement de trente.

M. Marchal avait bien voulu se joindre à nous. Il s'est chargé d'observer le baromètre, le thermomètre au nord, le psychromètre et l'état du ciel. On avait, en outre, exposé à l'action directe du soleil deux thermomètres très-sensibles, l'un à boule libre, l'autre à boule noircie. Mais, à cause de l'état nuageux du ciel, ces dernières observations n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Il en a été de même pour les observations de photométrie et de polarisation.

Le dessin ci-joint a pour but de présenter la disposition des taches qui se trouvaient à la surface du soleil. L'image est renversée; elle est telle qu'on la voyait dans les lu-

nettes astronomiques. Je dois faire observer ici que plusieurs groupes de taches se sont modifiés pendant la durée de l'éclipse. Ainsi les deux taches qui, par leur réunion, constituent la grande tache *A*, étaient presque liées ensemble au moment de la disparition, tandis qu'au moment de la réapparition, elles étaient très-nettement séparées. Le groupe *C*, à la disparition, ne présentait que deux taches assez voisines. Quand il a reparu, il était composé de trois ou quatre taches faibles, mais embrassant un espace assez étendu de la surface du soleil. (Voir la figure).

IMMERSION.

		E. QUETELET.	HOOREMAN.
Commencement de l'éclipse		$9^h 49^m 37^s,5$	
Tache *A*.	Commencement de la pénombre .	10 5 11,5	$10^h 5^m 9^s,6$
	— de la petite tache qui précède dans la pénombre		10 5 57,2 *a*
	Fin de cette tache	10 6 6,5	
	Commencement de *A*	10 6 27,5	10 6 31,5 *b*
	— de la petite tache dans la pénombre, au nord de *A*		10 7 11,9 *c*
	Fin de la tache *A*.	10 7 24,5	
La tache *B* disparaît.		10 16 0,5	
Le groupe *C* disparaît		10 37 25,4	
Tache *D*.	Commencement de la pénombre .	10 45 55,4	10 45 19,2
	— de la tache . .	10 45 55,4	10 45 56,8
	Fin de la tache	10 46 24,4	10 46 23,9
La 1re tache *F* a disparu		10 48 44,4	
La 2me tache *F* a disparu		10 50 36,4	
Tache *E*.	Commencement de la pénombre .	10 56 57,4	
	— de la tache		10 57 23,7
	Fin de la tache	10 58 19,4	

ÉMERSION.

		E. QUETELET.	HOOREMAN.
Tache *A*.	Commencement d'une petite tache au nord, hors de la pénombre .	11h 5m13s,4	
	Petite tache avant la grande, hors de la pénombre.	11 5 55,4	
	Commencement d'une petite tache qui précède la grande dans la pénombre	11 6 33,4	
	Commencement de la tache double *A*		11h 6m45s,7
	Fin de la tache *A*	11 7 18,4	11 7 12,8
	Fin de la pénombre	11 7 51,4	11 8 4,9
La 2me tache *F* reparaît.			11 37 31,7
Groupe *C*.	Tache du milieu	11 41 47,3	11 41 37,4
	La dernière tache a reparu. . .	11 42 40,3	
Tache *D*.	Commencement de la tache. . .	11 50 8,3	
	Fin de la tache.	11 50 23,3	11 50 20,8
	Fin de la pénombre	11 50 35,3	
Fin de l'éclipse		12 0 49,3	12 0 47,0

Les heures sont données en temps sidéral. La première impression du disque lunaire sur le soleil s'est faite par les sommets de deux montagnes, tandis que, pendant un instant, la partie du bord du soleil comprise entre elles ne paraissait pas déprimée.

A l'immersion, les nombres relatifs à la tache *E* sont peu sûrs : il y avait beaucoup de nuages.

A l'émersion, M. Hooreman a noté les observations de la fin de la pénombre *A* et de la deuxième tache *F* comme faites un peu tard.

Au dernier contact, le soleil était voilé par des nuages légers.

Voici le résultat des observations météorologiques :

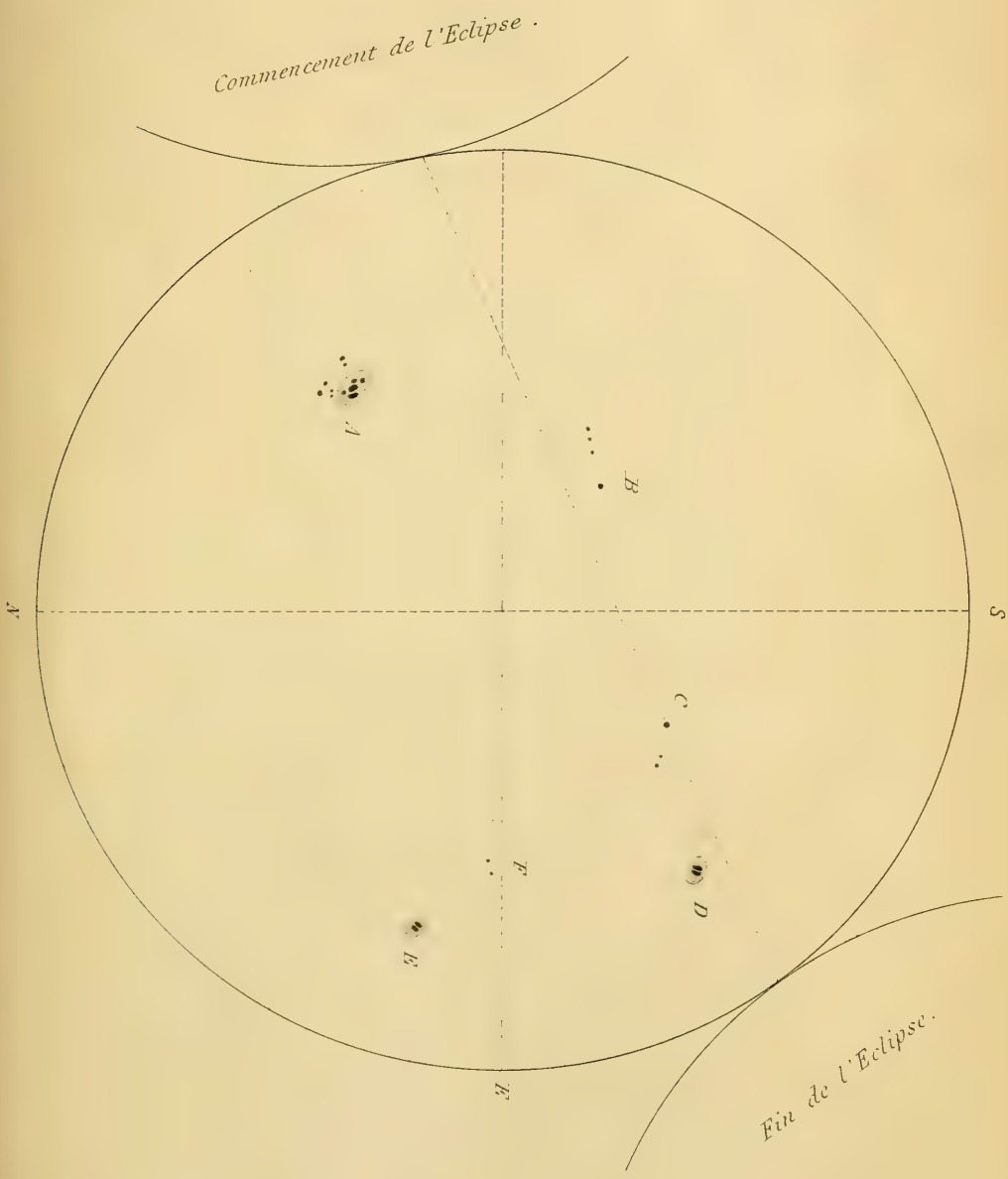
18 juillet 1860.	PRESSION atmosphérique réduite à 0° de température centigrade.	TEMPÉRATURE centigrade de l'air au nord et à l'ombre.	TENSION de la vapeur d'eau contenue dans l'air.	HUMIDITÉ relative de l'air.	ÉTAT du ciel.
	mm.		mm.		
1h 30m	754,97	21°,7	17,13	89,5	6 cumulus.
45	54,88	22,0	17,53	90,6	4 —
2 0	54,83	22,0	18,25	93,2	4 —
15	54,82	21,7	17,90	93,0	3 —
30	54,88	21,4	17,22	90,5	5 —
45*	54,88	21,0	16,51	91,5	5 —
3 0	54,97	20,3	15,92	91,4	6 —
15	54,92	19,9	15,67	91,5	7 —
30	54,78	19,9	14,42	83,8	7 —
45	54,74	19,9	14,58	84,7	7 —
4 0	54,73	20,1	16,11	91,4	7 —

* A 2 h. 49 m., couronne irisée. Les cirrhus deviennent compactes et les cumulus prennent une teinte sombre et passent au cumulo-stratus.

La plus grande phase de l'éclipse a eu lieu à 3 heures 7 minutes (temps moyen).

A 2 heures 49 minutes, on a remarqué autour du soleil l'apparition de deux arcs irisés. Le plus brillant, à gauche et un peu au-dessous du centre du soleil, présentait les sept couleurs principales; l'autre, où l'orange et le vert dominaient, était à droite. Ce phénomène s'est présenté au moment où une couche de cirrhus passait devant le soleil. Le rayon de ces arcs a été estimé de 4 à 5° environ.

—


Commencement de l'Eclipse.
A
B
C
D
E
F
N
S
E
Fin de l'Eclipse.

— Différents amateurs d'astronomie ont envoyé à l'Académie les observations des instruments météorologiques, faites pendant le phénomène, et entre autres MM. Cavalier, Van Ertborn, d'Aertselaer et Florimont, de Louvain. Les résultats diffèrent peu de ceux obtenus à l'observatoire de Bruxelles.

—

Note sur l'éclipse partielle du soleil, observée à Kensington, le 18 juillet 1860; par Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

Je me trouvais accidentellement à Londres, à l'époque de l'éclipse solaire du 18 juillet 1860. J'y étais allé, par ordre du Gouvernement, pour assister au congrès international de statistique. Vers l'instant où le phénomène astronomique devait avoir lieu, je me transportai chez M. South, à Kensington, bien sûr d'obtenir de l'obligeance de cet habile observateur tous les secours qui m'étaient nécessaires. M. South voulut bien me confier, en effet, l'une de ses meilleures lunettes, et j'obtins un chronomètre qui me fut prêté par l'un de ses amis.

Le ciel était généralement couvert de petits nuages, qui gênaient l'observation et qui parfois l'entravaient complétement. Je ne pus observer le premier contact, mais je vis s'éclipser successivement différentes taches, et je pris soin d'annoter leur premier contact avec le bord lunaire.

Je marquai d'abord quatre taches, assez voisines, qui *commencèrent* à s'éclipser successivement aux heures suivantes en temps moyen du chronomètre :

1°	$1^h 54^m 18^s,5$
2°	1 54 55,5
3°	1 55 30,0
4°	2 5 30,0

Ces taches, assez voisines les unes des autres, pouvaient être considérées comme faisant partie d'un même groupe (1).

Quelques autres taches m'échappèrent par l'interposition des nuages; puis, j'observai en dernier lieu l'occultation des quatre taches, situées aux angles d'un long quadrilatère ayant très-peu de hauteur. La première tache, occultée était la plus forte; la huitième venait ensuite pour l'ordre des grandeurs. Les taches 6 et 7 étaient faibles; la sixième surtout disparaissait presque continuellement sous les légers nuages dont le ciel était couvert.

Voici les résultats qui furent inscrits (2) :

5°	$2^h 35^m 45^s$	commencement	de la tache.
6°	2 36 38	—	—
7°	2 38 28	—	—
8°	2 39 40	—	—

Des nuages m'empêchèrent d'observer le reste du phénomène. Les nombres que je donne sont du reste tout à fait insuffisants pour le calcul. J'aurais voulu comparer à la pendule de l'observatoire le chronomètre dont je me servais; mais des motifs indépendants de ma volonté m'ont mis dans l'impossibilité d'obtenir le temps d'une manière sûre.

---

(1) Les trois premiers nombres se rapportent probablement aux taches *a*, *b*, *c* du groupe *A*, indiqué précédemment.

(2) Les nombres 6° et 7° se rapportent aux deux taches *F*; 5° et 8° désignent des parties des taches *D* et *E* différentes de celles indiquées pour Bruxelles.

—

Détermination et comparaison des hauteurs barométriques sous l'influence des différents vents, avec les intensités et les températures de ces vents, d'après les observations faites à Bruxelles; par M. Ch. Montigny, correspondant de l'Académie.

Il est prouvé, par les recherches des météorologistes, que le vent exerce sur le baromètre une action qui varie avec sa direction. Les séries des hauteurs barométriques rangées suivant l'ordre des vents régnant au moment des observations, séries qui ont été appelées *roses des vents barométriques*, montrent qu'en général, le baromètre est très-haut lorsque le vent souffle de la région comprise entre le nord et l'est; qu'il est au contraire très-bas quand le vent vient d'une direction opposée, et que ses variations sont assez régulières entre ces deux extrêmes. La liaison entre la pression atmosphérique et la direction du vent, qui est nettement accusée par les observations recueillies en divers lieux du globe, dépend évidemment de l'influence de l'un des caractères de chaque vent, ou plutôt des influences combinées des divers caractères qui sont, avec sa direction, le propre d'un vent quelconque. Parmi ces caractères, on pourrait citer : la température, l'état hygrométrique, etc., des divers vents.

Je me propose d'abord de faire connaître, dans cette note :

1° Les *roses barométriques* des *seize* vents principaux, pour Bruxelles, d'après les observations de 10 heures du matin et de 2 heures du soir, pendant la période décennale 1842-1851;

2° Les forces moyennes de ces seize vents aux heures indiquées, pendant la même période de dix ans;

3° Les températures moyennes de ces vents également aux mêmes heures, d'après les cinq années d'observation 1847-1851.

Je rechercherai ensuite s'il existe une liaison marquée entre ces phénomènes météorologiques, particulièrement entre les hauteurs barométriques par les différents vents et la force ou la vitesse moyenne de ceux-ci.

Toutes les données qui ont servi à calculer les séries sont extraites des *Annales de l'observatoire royal* de Bruxelles (1). J'aurais voulu former les séries à l'aide des observations de 9 heures du matin et de 3 heures du soir, parce qu'à ces instants les observations barométriques sont recueillies directement et non par l'appareil enregistreur; mais les pressions du vent n'étant plus indiquées qu'aux heures paires à partir de 1848, force a été de choisir deux de ces heures qui soient à égale distance de midi dans la période des dix années. Pour Bruxelles, la hauteur barométrique à 10 heures du matin est, en moyenne, la hauteur *maximum* de cette partie du jour. Les intensités du vent à 10 heures et à 2 heures diffèrent respectivement peu des intensités à 9 heures et à 3 heures.

Pour calculer les moyennes barométriques par les différents vents, à 10 heures du matin par exemple, j'ai d'abord formé, pour chaque mois des dix années, un tableau comprenant seize colonnes verticales correspondant aux vents qui sont indiqués dans les *Annales*. A chaque jour du mois, j'ai inscrit l'observation barométrique de 10 heures

---

(1) *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles*, les 12 premiers volumes in-4°, 1854 à 1857, par A. Quetelet.

dans la colonne du vent qui régnait au même moment. De l'ensemble des moyennes barométriques mensuelles, obtenues ainsi, j'ai déduit les moyennes annuelles, et par suite, la moyenne générale correspondant à chaque vent, à 10 heures du matin, pour la période décennale. Les observations qui ont servi à obtenir les *roses des vents barométriques* du matin et de 2 heures du soir, sont respectivement au nombre de 3520 et 3533.

Les séries concernant la force du vent ont été formées, pour les deux mêmes heures, en faisant d'abord la somme des intensités, relevées aux heures indiquées dans les *Annales*, et rangées, pour chacun des seize vents, dans des tableaux semblables aux précédents. Cette somme a été ensuite divisée par le nombre de fois que la direction du même vent a été relevée à l'heure du matin ou du soir, pendant la période décennale 1842-1851; le quotient obtenu n'était autre que l'intensité moyenne du vent dont il s'est agi (1).

---

(1) On sait que les intensités du vent enregistrées par l'appareil d'Osler, à l'Observatoire de Bruxelles, expriment les pressions exercées par le vent contre une plaque en tôle d'un pied anglais de superficie, qui est constamment maintenue perpendiculairement à la direction du vent, par le mouvement azimutal de la girouette portant la plaque. Les intensités sont enregistrées par l'instrument lui-même. Des expériences, faites en 1850, ont permis d'estimer en kilogramme les intensités qui étaient évaluées auparavant en livre anglaise. Les résultats numériques de ces expériences ont été insérés dans mon travail sur la *Corrélation des hauteurs barométriques et de la force du vent.* (Mémoires de l'Académie royale de Belgique t. XXVI.) C'est à l'aide de ces données que les moyennes des intensités des divers vents, calculées d'abord en livre anglaise pour les huit premières années de la période décennale, ont été converties en kilogramme, afin de déterminer les moyennes finales avec le concours des résultats des deux dernières années, qui sont exprimées en kilogramme dans les *Annales*.

Les températures moyennes de l'air par les divers vents, à 10 heures du matin et 2 heures du soir, ont été obtenues, comme il vient d'être dit au sujet des intensités; seulement, il a fallu former séparément les moyennes mensuelles, les moyennes par saison, puis les moyennes générales. Les calculs ont été restreints aux cinq années 1847-1851, comme je l'ai dit.

Le tableau suivant présente les résultats dont il vient d'être question.

Moyennes barométriques par les différents vents, intensités et températures moyennes de ces vents, à 10 heures du matin et à 2 heures du soir.

DIRECTION du vent.	HAUTEUR BAROMÉTRIQUE		INTENSITÉ DU VENT		TEMPÉRATURE DU VENT	
	à 10 h. matin.	à 2 h. soir.	à 10 h. matin.	à 2 h. soir.	à 10 h. matin.	à 2 h. soir.
	mm	mm	k	k	o	o
N. . . .	757,97	757,84	0,084	0,111	10,04	11,74
NNE . .	58,82	58,36	0,109	0,140	9,45	11,65
NE . . .	58,76	58,27	0,125	0,159	8,47	11,24
ENE . .	59,40	58,43	0,147	0,173	8,42	11,11
E. . . .	58,01	57,27	0,145	0,138	9,15	11,81
ESE . .	57,17	56,99	0,100	0,124	9,32	12,92
SE . . .	56,16	54,48	0,103	0,091	10,14	13,69
SSE . .	54,11	52,30	0,136	0,133	11,29	15,18
S. . . .	53,53	52,87	0,186	0,187	12,16	16,10
SSO . .	53,62	52,93	0,271	0,264	12,49	14,76
SO . . .	53,88	53,16	0,317	0,327	12,31	14,00
OSO . .	54,83	54,54	0,299	0,326	12,13	13,64
O. . . .	55,90	55,42	0,210	0,262	11,11	13,18
ONO . .	56,25	56,15	0,172	0,242	11,00	12,97
NO . . .	56,53	57,50	0,169	0,214	10,33	12,06
NNO . .	57,62	58,00	0,106	0,140	10,28	11,85
MOYENNE.	756,41	755,90	0,167	0,189	10,51	13,05

Voici les conséquences qui se déduisent des séries barométriques :

1° Dans l'une et l'autre série, où les variations sont d'ailleurs très-régulières, le *maximum* de la hauteur barométrique se présente par le vent d'ENE. Un autre *maximum*, moins élevé que le précédent, correspond au vent du NNE. Pour la série du matin, le *minimum* a lieu par le vent du sud, tandis qu'il coïncide avec le vent du SSE dans la série du soir;

2° Si l'on suppose l'horizon partagé en deux parties égales par une ligne allant de l'est à l'ouest, l'excès de la hauteur barométrique du matin sur celle du soir, pour le même vent, est plus fort à l'égard des vents de la région sud que pour ceux de la région nord (cet excès atteint son *maximum* pour les vents du SE et du SSE); au contraire, l'excès est très-faible pour les vents de la région nord, et il est même négatif pour les vents du NO et du NNO (1).

Afin de m'assurer de l'exactitude de ces derniers résultats et de la position des points *maximum* et *minimum* des deux séries barométriques, j'ai refait le calcul des moyennes d'une autre manière. Après avoir formé la somme de toutes les hauteurs barométriques observées par un même vent, à 10 heures du matin par exemple, pendant les dix années, j'ai divisé cette somme par le nombre des hauteurs relevées, le matin, pour le même vent. Les nouvelles séries diffèrent extrêmement peu des précédentes pour la généralité des résultats, comme on peut en

---

(1) Dans son Cours de météorologie, Kaemtz donne les roses des vents barométriques, pour les huit vents principaux, d'après les observations faites dans quinze localités; le *maximum* barométrique correspond au NE dans douze de ces séries, et le *minimum*, au vent du sud pour neuf séries.

juger par comparaison, d'après leurs points extrêmes que voici :

	LE MATIN.	LE SOIR.
	—	—
	mm.	mm.
1er Maxima, par le NNE.	759,50	758,70
2me Maxima, par l'ENE	760,10	759,33
Minima, par le sud	753,62	752,26

Dans les nouvelles séries, la hauteur barométrique du soir est en excès sur celle du matin, par le même vent, non-seulement à l'égard du NNO et du NO comme cela a lieu dans les premières séries, mais aussi par les vents du nord et d'ONO; l'excès, pour le premier, est $0^{mm},60$, et pour le second, $0^{mm},14$. On a dû remarquer que, dans le tableau précédent, l'excès de la série du matin sur celle du soir est très-faible, par ces mêmes vents du nord et d'ONO (1).

D'après cette concordance, il y a lieu d'admettre qu'à Bruxelles, sous l'influence des vents d'ONO, NO, NNO et nord, la hauteur barométrique est en moyenne moindre à 10 heures du matin qu'à 2 heures de l'après-midi. Sous l'influence de tous les autres vents, la hauteur du matin est toujours supérieure à celle de l'après-midi, et

---

(1) Cette particularité, assez intéressante, m'engage à rappeler qu'au grand Saint-Bernard, le baromètre se tient plus élevé dans l'après-midi que le matin, tandis que le contraire a lieu à Genève. (*Cours de météorologie* de Kaemtz, p. 253). J'ai constaté que les vents de la partie de la région boréale comprise entre le NNE et l'ONO, sont plus fréquents l'après-midi que le matin, à Bruxelles. Il n'est pas impossible que l'anomalie qui a lieu au grand Saint-Bernard à l'égard de la période diurne, n'ait pour cause une fréquence plus grande des vents de la région boréale l'après-midi, par rapport au matin.

son excédant est le plus fort pour les vents de la région australe.

Si nous passons aux séries de l'intensité des vents, nous en déduisons les conséquences suivantes :

1° Les intensités du matin et du soir croissent à partir du vent du nord jusqu'au vent d'est; entre ce vent et le SSE, elles éprouvent des diminutions prononcées; au delà de ce dernier, les intensités croissent régulièrement jusqu'au vent de SO, auquel correspond le *maximum* d'intensité dans les deux séries. A partir de ce vent, les intensités décroissent régulièrement (1);

2° Les intensités du soir sont en excès sur celles du matin à l'égard de presque tous les vents; il n'y a d'exception que pour quatre des vents compris entre l'est et le SSO. Les excès des intensités de la série du soir sur les intensités correspondantes du matin sont notablement plus grands pour les vents de la région boréale que pour ceux de la région australe. Ainsi, les vents de la première région gagneraient plus en force, l'après-midi, que les vents de la région opposée.

Les conséquences déduites des séries barométriques et anémométriques étant très-prononcées, et les observations d'où elles dérivent embrassant une période étendue, ces conséquences se trouvent suffisamment bien établies pour les observations de Bruxelles, aux heures indiquées.

---

(1) La diminution d'intensité des quatre vents compris entre l'est et le SSE se montre également dans les tableaux de l'intensité moyenne du vent d'après sa direction, à Saint-Trond, que feu M. Van Oyen a joints aux résumés des observations météorologiques qu'il avait recueillies dans cette localité, pendant les quatre années 1849-1851, et qui sont insérés dans les *Mémoires de l'Académie.*

Quant aux températures des différents vents, déduites de la période des cinq années, il y a lieu de faire les remarques suivantes :

1° Le *minimum* thermométrique se présente par le vent d'ENE dans les deux séries ; à partir de ce vent, la température croît régulièrement d'un vent à l'autre, jusqu'au *maximum* qui, le matin, correspond au SSO, et le soir, au vent du sud. Au delà de ces *maxima*, la température décroît régulièrement jusqu'au *minimum* indiqué (1);

2° L'excès de la température du même vent, à 2 heures de l'après-midi, sur celle du matin, est généralement plus grand à l'égard des vents de la région australe.

La régularité des séries de l'intensité du vent, considérées dans leur ensemble, nous démontre que ces intensités ont été déterminées avec assez de précision, malgré les difficultés qui affectent la marche de l'appareil d'Osler quand le vent est très-faible. Cette régularité m'a permis de faire figurer, dans le tableau suivant, les vitesses moyennes des divers vents, afin de mieux préciser ce caractère de chacun. Ces vitesses ont été calculées à l'aide de la formule :

$$V = \sqrt{I \frac{(1 + 0{,}004\, t)}{0{,}11 \cdot S^{1},^{1}\, 1^{k},709 \cdot h}}$$

Dans cette expression, déduite des expériences de Hut-

---

(1) Dans le travail sur les *caractères des vents* en Belgique, qui est inséré au tome VI des *Annales de l'Observatoire*, M. Quetelet avait reconnu que les vents froids viennent de la région comprise entre l'est et le nord, et les vents chauds de la région opposée.

ton et de Borda, que l'on peut employer quand la vitesse du courant d'air ne dépasse pas dix mètres, ce qui est précisément ici le cas, S représente l'aire de la plaque de l'anémomètre, I l'intensité du vent, *h* la pression atmosphérique correspondant à celle-ci, et *t* la température moyenne de l'air lorsque le vent souffle. Les données I, *h* et *t* ont été empruntées au premier tableau, pour chaque vent.

Vitesse moyenne des différents vents, à 10 heures du matin et à 2 heures du soir.

DIRECTION DU VENT.	VITESSE	
	à 10 h. matin.	à 2 h. soir.
	M	M
N.	2,89	3,33
NNE.	3,28	3,74
NE	3,51	3,98
ENE.	3,81	4,15
E.	3,79	3,72
ESE.	3,16	3,54
SE	3,21	3,04
SSE.	3,70	3,68
S.	4,31	4,38
SSO.	5,23	5,19
SO	5,69	5,76
OSO.	5,48	5,73
O.	4,58	5,14
ONO.	4,14	4,94
NO	4,10	4,63
NNO.	3,25	3,73
MOYENNE.	4,08	4,30

Avant de passer à l'examen comparatif des résultats obtenus, il convient de déterminer, pour chaque phénomène météorologique, la moyenne des séries du matin et du soir, afin de faciliter les rapprochements entre ces phénomènes; c'est ce que j'ai fait dans le tableau qui suit. Les résultats qu'il nous montre ont été représentés par des courbes dans la planche placée à la fin de la note.

La série des hauteurs barométriques du tableau représentera la *rose des vents barométriques* pour Bruxelles, jusqu'à ce que le même travail soit repris en y comprenant toutes les heures d'observations. Toutefois, il y a lieu de présumer que ces nouvelles recherches conduiront à des résultats peu différents des précédents. Ce qui me porte à le croire, c'est que, d'abord, la moyenne générale de ceux-ci qui est $756^{mm},16$, diffère de $0^{mm},27$ seulement de la moyenne $755^{mm},89$ qui est adoptée pour Bruxelles (1). En second lieu, par le choix de dix heures et de deux heures, instants également éloignés de midi, je me suis rapproché autant que possible du moment de l'un des extrêmes de la variation diurne à Bruxelles, car l'heure du matin coïncide à très-peu près avec l'heure du *maximum*, qui est moyennement 9 heures 48 minutes dans cette localité (2). Il est vrai que l'heure de l'après-midi est en avance de deux heures sur l'instant du *minimum* qui se présente moyennement à 4 heures 3 minutes. C'est sans doute à cet écart qu'il faut attribuer, en partie, l'excès $0^{mm},27$ de la moyenne finale de ma série barométrique

---

(1) *Annales de l'Observatoire*, t. VIII, 1re part., p. 6.

(2) *Ibid.*, t. VIII, 1re part., p. 8.

sur la moyenne générale de Bruxelles. Il est donc très-présumable que la hauteur barométrique, pour chaque vent, à laquelle on serait conduit par un travail reposant sur un plus grand nombre d'heures d'observation, ne différerait des résultats du tableau suivant que d'une fraction de millimètre assez petite.

Moyennes générales de la hauteur barométrique par les différents vents, de l'intensité, de la vitesse et de la température de ces vents, déduites des observations de 10 heures du matin et 2 heures du soir.

DIRECTION du vent.	HAUTEUR barométrique.	VENT.		
		Intensité.	Vitesse.	Température.
	mm.	k.	M.	o
N.	757,90	0,097	3,11	10,89
NNE.	58,59	0,124	3,51	10,57
NE	58,54	0,142	3,75	9,85
ENE	58,91	0,160	3,98	9,76
E.	57,65	0,141	3,76	10,48
ESE.	57,08	0,112	3,55	11,12
SE	55,32	0,097	3,13	11,91
SSE.	55,21	0,134	3,69	13,23
S.	53,20	0,187	4,35	14,13
SSO.	53,28	0,267	5,21	13,62
SO	53,52	0,322	5,73	13,15
OSO.	54,68	0,313	5,60	12,78
O.	55,66	0,236	4,86	12,14
ONO.	56,20	0,207	4,54	11,98
NO	57,02	0,192	4,37	11,19
NNO.	57,81	0,123	3,49	11,06
Moyenne . . .	756,16	0,178	4,17	11,78

Il convient de remarquer aussi que l'intensité, la vitesse et la température de chaque vent dans ce tableau, ne représentent en réalité que les moyennes respectives des séries du matin et du soir. Les résultats d'un travail comprenant plusieurs heures d'observation à des instants éloignés de la journée, pourraient s'écarter sensiblement des valeurs obtenues à l'égard de chacun de ces phénomènes, parce que les variations de l'intensité du vent et de la température pendant la journée, sont relativement plus étendues que celles du baromètre ne le sont dans leur genre; et que, d'autre part, 10 heures du matin est très-éloigné de l'instant *minima* de chaque phénomène. Malgré cela, les résultats précédents sont susceptibles d'être utilisés dans les rapprochements qui vont suivre, parce qu'ils ont été déduits des mêmes heures d'observation.

La coïncidence du *maximum* barométrique et du *minimum* thermométrique par le vent d'ENE dans le tableau précédent; celle du *minimum* barométrique avec l'autre extrême thermométrique; cet autre fait, que les différences des hauteurs barométriques et celles des températures entre les séries du matin et du soir sont les plus fortes, les unes et les autres, par les vents de la région australe; ces raisons et ces rapprochements nous portent à attribuer les variations barométriques, par les différents vents, principalement à l'influence des températures respectives de ceux-ci. Après avoir ainsi reconnu que la pression atmosphérique est forte avec les vents froids, faible avec les vents chauds, on pourrait expliquer l'influence de la direction des vents sur le baromètre, en disant avec Kaemtz : « L'air est-il refroidi par les vents du nord? il se contracte; » les limites de l'atmosphère s'abaissent, et l'air chaud

» afflue de tous côtés : de là l'ascension du baromètre. » L'air est-il échauffé par des vents du sud? il s'élève et » s'écoule dans tous les sens (1). »

Malgré cette conclusion, que je n'entends point discuter ici dans ses détails, il importe d'examiner si les variations barométriques par les divers vents sont exclusivement des effets des températures propres à ces vents, ou bien si la cause qui établit une liaison incontestable entre l'état du baromètre et la force du vent dans d'autres circonstances, n'entre point pour une certaine part dans le phénomène qui nous occupe (2).

Avant de passer à cet examen, je crois nécessaire de rappeler que j'ai cherché à mettre en évidence la corrélation de la pression atmosphérique avec la force du vent, en comparant ensemble dans le travail sur cette corréla-

---

(1) *Cours de météorologie*, p. 290.

(2) L'idée d'une corrélation entre la force du vent et l'état du baromètre n'est pas nouvelle : « Un grand nombre d'hypothèses, dit Kaemtz, ont été » proposées pour expliquer les différences du baromètre pendant les temps » calmes et les temps orageux ; toutes supposent que l'air en mouvement doit » exercer une moindre pression que l'air calme. » (*Cours de météorologie*, p. 286). Dans la présente note, je n'examinerai aucune de ces hypothèses et je n'en émettrai pas de nouvelle. Cependant, je rappellerai en quelques mots les conséquences auxquelles un travail précédent m'a conduit, afin de donner plus de poids aux résultats des comparaisons qui suivent.

Après la période d'observation des vingt années 1842-1861, à Bruxelles, je me propose d'entreprendre un nouveau travail comparatif, semblable au premier, mais plus étendu. J'examinerai auparavant quel est, en réalité, le mode de liaison des deux phénomènes, et si, comme je suis porté à l'admettre, la force ou la vitesse du vent servirait en partie de cause aux variations du baromètre, ou bien si ces variations et celles de la vitesse du vent sont des résultats d'une même cause, ainsi que le veulent des météorologistes.

tion déjà cité, qui est basé sur les observations de la période 1842-1851, à Bruxelles :

1° *Les moyennes annuelles et mensuelles des hauteurs barométriques et de la force du vent;*

2° *Les hauteurs barométriques* maxima *et* minima *de chaque année, de chaque mois, et la pression du vent à ces instants critiques;*

3° *Les variations du baromètre et celles de l'intensité du vent pendant les tempêtes.*

Si quelques moyennes annuelles, si des moyennes mensuelles du baromètre n'ont pas constamment varié en sens inverse de la force du vent, dans ce travail comparatif, sans doute à cause d'autres influences que celle envisagée, il en est autrement à l'égard des deux dernières espèces de comparaisons spécifiées ci-dessus; aussi, peut-on déduire avec certitude les conclusions suivantes du travail cité :

1° Aux extrêmes barométriques annuels et mensuels, l'intensité du vent est constamment moins forte aux instants des *maxima* qu'aux moments des *minima;*

2° Pendant les ouragans, la hauteur barométrique varie en sens inverse de la force du vent : généralement, cette inversité est telle, qu'après avoir baissé au fur et à mesure de l'accroissement de la vitesse du vent, le baromètre atteint le point le plus bas de sa course vers l'instant du *maximum* du vent; il remonte ensuite quand celui-ci diminue, tout en éprouvant des ralentissements, et parfois même des dépressions sensibles dans sa marche généralement ascendante, s'il survient de fortes reprises du vent.

Le phénomène des fortes chutes du baromètre pendant les ouragans, phénomène si connu de tout le monde, rendait cette comparaison en partie superflue, peut-il paraître au premier abord; mais je ferai remarquer qu'il

importait de constater que, pendant toute la durée des ouragans, les fluctuations du baromètre se montrent presque constamment en rapport avec la force du vent, et cela, afin de rendre manifeste la corrélation des deux phénomènes.

Du moment que cette liaison se montre avec autant d'évidence pendant les tempêtes et aux extrêmes barométriques annuels et mensuels, il n'y a aucune raison pour refuser d'admettre que l'influence de la force du vent sur le baromètre cesse d'avoir sa part d'action par les temps ordinaires, quand le vent est moins fort (1).

Démontrons actuellement que la liaison entre la pression atmosphérique et la force du vent se manifeste aussi dans les séries précédentes.

Le premier *maximum* barométrique a lieu par le vent de NNE, sans qu'il soit possible de l'attribuer à l'influence exclusive de la température ou à celle d'autres causes qui

---

(1) L'inversité des deux phénomènes s'est encore manifestée, pendant le désastreux orage du 19 février dernier, avec assez de régularité eu égard à de grands troubles atmosphériques. (Voir le t. IX des *Bulletins*, p. 273.)

Il importe beaucoup de remarquer que, si la corrélation en question ne se manifeste pas avec la même évidence à tout instant, ou dans toute espèce de comparaison; que, s'il se présente parfois des anomalies qui sont en opposition avec le fait d'une liaison intime entre l'état du baromètre et la force du vent, c'est qu'à cet instant l'influence des autres éléments de la pression atmosphérique devient prépondérante sur celle du vent, au point de la masquer entièrement. En outre, on ne doit point perdre de vue que le baromètre, qui reflète toutes les influences sur la pression de l'air, n'importe à quelle hauteur de la colonne atmosphérique elles se produisent, peut très-bien subir une dépression marquée par l'effet d'un vent supérieur, quand l'air est à très-peu près calme à la surface de la terre. Il ne faut pas non plus s'étonner de voir parfois le baromètre se maintenir assez élevé, malgré la présence d'un vent assez violent au niveau du sol; c'est qu'alors, peut-on admettre, ce vent ne règne qu'à une faible hauteur dans l'atmosphère.

agissent dans le même sens que celle-ci (1). L'intensité des vents du N et du NNE est la plus faible dans le dernier tableau, si l'on excepte toutefois les vents compris entre l'E et le SSE, dont il sera question. En présence de ces faits, n'y a-t-il pas lieu d'admettre que le vent du NNE coïncide avec un *maximum* barométrique parce que l'intensité de ce vent est faible?

Si la dépression du baromètre paraît petite, en passant du NNE au NE, malgré l'accroissement d'intensité de ce dernier vent, c'est que cette influence est dépassée par l'effet contraire de la diminution de la température, qui s'élève à 0°,72 du NNE au NE, tandis que la variation de la température est seulement 0°,32 en passant du N au NNE.

La diminution d'intensité remarquable que le vent éprouve entre l'E et le SSE se reflète aussi, me paraît-il, par ses effets sur la variation barométrique entre ces vents. La valeur totale de cette variation étant $2^{mm},44$, elle équivaut en moyenne à $0^{mm},61$ pour chacun des quatre vents. La variation moyenne des six vents qui sont compris entre l'ENE et le S, dans la même partie de la série, atteint au contraire $0^{mm},95$. Il semble, d'après cela, que la descente du baromètre devienne moins rapide dans la coïncidence avec les quatre vents cités parce que leurs intensités sont très-faibles.

La force des vents augmente jusqu'au SO sans que,

---

(1) Parmi ces causes, on peut citer, d'une part, la force élastique de la vapeur d'eau dont l'influence sur le baromètre a été démontrée par les recherches de M. Dove; et, d'autre part, l'électricité de l'air dans son état ordinaire. Le rôle de l'électricité a été mis en évidence, dans le travail de M. Quetelet sur la *Pression atmosphérique*, qui est inséré au t. VIII des *Annales de l'Observatoire.*

cependant, le *minima* barométrique coïncide avec ce vent. Mais il faut observer que l'accroissement de la pression atmosphérique entre le S et le SO est seulement $0^{mm},32$, ou moyennement $0^{mm},16$ pour les deux vents de SSO et de SO, malgré un abaissement de température de 1° entre le S et le SO, ce qui tendrait à relever le baromètre si l'intensité du vent n'augmentait pas d'une quantité aussi forte que $0^{k},135$ entre les mêmes vents. Il y aurait donc ici coïncidence entre l'accroissement d'intensité du vent et le ralentissement dans la marche ascensionnelle du baromètre.

Mais, dès que l'intensité varie dans le même sens que la température, le baromètre remonte rapidement; ainsi, le voyons-nous s'élever de 3 millimètres entre les vents du SO et d'ouest, parce que l'intensité diminue de $0^{k},086$, et qu'en même temps la température subit un abaissement de 1° entre ces deux vents.

Ces rapprochements mettent tout à fait hors de doute la réalité d'une corrélation entre la pression atmosphérique par les différents vents, et la force respective de ces vents. Il restera à décider, comme je l'ai dit, si cette nouvelle corrélation est l'effet d'une cause unique, agissant dans le même sens sur les deux phénomènes, ou si, conformément à mon opinion, l'un des phénomènes sert de cause à l'autre.

Il n'est point possible de démêler, même approximativement, les valeurs absolues de l'influence de la température ou celle de la force des vents dans la rose des vents barométriques. Ainsi, l'intensité étant la même pour les vents du nord et du SE, la variation barométrique entre ceux-ci atteint $2^{mm},58$, quoique la différence de leurs températures moyennes soit de 1°,02 seulement.

Quelles que soient les causes qui agissent dans le même sens que la chaleur sur le baromètre, leurs influences réunies ne peuvent donner lieu à une variation aussi forte pour 1°. Ce résultat s'écarterait beaucoup de celui que M. Quetelet a déduit à l'égard de l'effet de la chaleur sur le baromètre, en comparant les variations de la température de l'air aux fluctuations extrêmes du baromètre pendant l'année. D'après cette comparaison, le baromètre varierait, en moyenne, de 1 millimètre pour 5 degrés de température. Encore, conviendrait-il de tenir compte de l'influence de la force du vent aux extrêmes *maxima*, dans cette appréciation de M. Quetelet (1).

Il est tout aussi difficile d'estimer la valeur de l'intensité du vent qui correspond à une variation barométrique de 1 millimètre. Ainsi, la température des vents du SE et de l'ONO étant à très-peu près la même, la différence $0^{k},11$ des intensités de ces vents, qui correspond à une variation de $0^{mm},88$, indiquerait qu'une différence d'intensité égale à $0^{k},125$ est en rapport avec une variation barométrique de 1 millimètre. Mais la comparaison des pressions atmosphériques et des intensités des vents d'ESE et de NO, dont la température est sensiblement la même, conduit à un résultat qui diffère notablement du premier.

Pour faire concorder des estimations de cette nature, il faudrait sans aucun doute, que l'on pût tenir compte tant de la hauteur jusqu'où règne le vent considéré à la surface de la terre, que des vents qui soufflent le plus fréquemment dans les régions supérieures en même temps que le vent régnant au niveau du sol. Si, dans l'état actuel de nos

---

(1) *Annales de l'Observatoire*, t. VIII, 1re part, pp. 19 et 21.

connaissances, il est impossible de déterminer rigoureusement les deux points en question, il y a cependant possibilité de les éclaircir, en ayant égard à la *fréquence relative* des vents inférieurs et supérieurs.

Cette fréquence se détermine en comparant ensemble le nombre de fois qu'un vent donné a été directement observé dans les régions supérieures, d'après la marche des nuages, et le nombre des notations du même vent par l'anémomètre, pendant la même période. M. Quetelet a donné, dans les *Bulletins*, un résumé des observations météorologiques faites à Bruxelles, qui facilite la comparaison telle qu'elle vient d'être indiquée (1). J'ai trouvé que les rapports des observations d'après la marche des nuages, aux notations du même vent par l'anémomètre, sont les plus faibles de toute la série des seize vents, pour les vents de la région comprise entre l'Est et le Sud. D'après cela, il y aurait déjà lieu d'admettre que les quatre vents pour lesquels la courbe des intensités éprouve une dépression si prononcée, sont aussi ceux qui, généralement, s'élèvent le moins haut quand ils soufflent au niveau du sol.

Afin d'apporter plus d'éclaircissements sur cette question, et de les tirer particulièrement des années d'observations qui ont servi dans ce travail, j'ai d'abord noté, d'après les *Annales*, le nombre de fois que chaque vent a été observé *simultanément* dans les régions supérieures d'après la marche des nuages, et au niveau du sol d'après les indications de l'anémomètre, à dix heures du matin, pendant les six années 1842-1847. Ensuite, j'ai relevé combien de fois le même vent a été indiqué par l'anémo-

---

(1) 2me série, t. II, nos 6 et 7.

mètre, également à dix heures du matin, pendant la même période, en ayant soin, toutefois, de ne pas tenir compte des jours où les observations faites *simultanément* d'après les nuages et d'après l'anémomètre n'ont pas été possibles à cause de la sérénité du ciel. Le nombre des indications anémométriques dont il a été ainsi tenu compte s'élève à 1529 pour les seize vents; celui des observations *simultanées* est en total 667. Au moyen de ces deux relevés, j'ai calculé, pour chaque vent, combien de fois, sur 100, il y a eu de coïncidences entre la direction d'après l'anémomètre et la direction d'après les nuages. Voici les résultats les plus saillants :

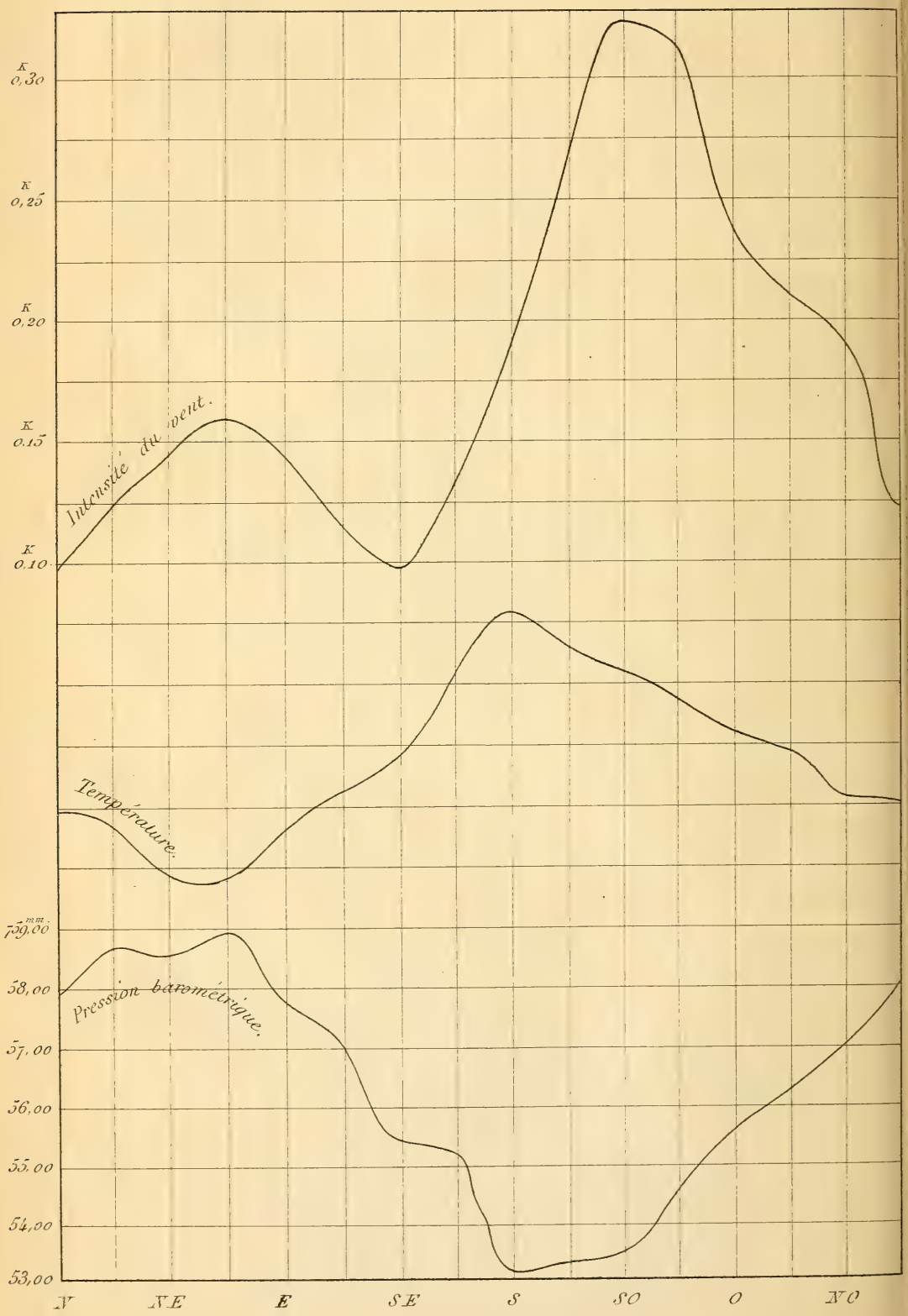
N.	NNE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SO.	O.	ONO.
43	67	50	46	33	18	37	30	38	62	55

Ces chiffres signifient que, sur 100 observations anémométriques du vent NNE, par exemple, 67 ont coïncidé avec un vent de même direction dans les régions supérieures. (Les nombres relatifs aux vents qui ne figurent pas dans cette série se trouvent compris entre 35 et 47). On voit que les coïncidences sont les moins fréquentes, en moyenne, pour les vents de la région comprise entre l'ESE et le SSE, région où l'anomalie de l'intensité a été la plus marquée. En outre, c'est par le vent de SE que les coïncidences entre les vents supérieur et inférieur sont les plus rares; c'est aussi par ce vent que l'anomalie en question est si prononcée.

On peut également conclure de ces chiffres que, d'après toute probabilité, ce sont les vents de la région boréale entre l'est et l'ouest qui s'étendent jusqu'à la plus grande hauteur dans l'atmosphère, parce que c'est à l'égard de ces vents que les coïncidences sont les plus fréquentes. Au

Courbes moyennes de l'intensité du vent, de la température et de la hauteur du baromètre par les différents vents,

d'après les observations recueillies à 10 heures du matin et à 2 heures de l'après-midi.



contraire, les vents de la région opposée seraient ceux qui règnent ordinairement le moins haut, vu le petit nombre de coïncidences.

Il était intéressant, m'a-t-il paru, de profiter de ces dernières recherches pour déterminer les vents qui ont le plus souvent remplacé les quatre vents d'E, ESE, SE téet SSE. A cet effet, j'ai rangé les seize vents en trois cagories : l'une, comprenant les quatre vents cités; l'autre, les vents de la région entre le sud et l'ONO que j'appellerai *vents déprimants*, parce que les hauteurs barométriques qui correspondent à ces mêmes vents au niveau du sol sont inférieures ou à très-peu près égales à la moyenne barométrique générale $756^{mm},16$; dans la troisième catégorie se trouvent tous les autres vents, qui sont des *vents exhaussants*, attendu que la hauteur correspondant à chacun est supérieure à $756^{mm},16$. Cela posé, j'ai trouvé que pour 100 directions anémométriques des vents d'E, ESE, SE et SSE, qui ne coïncident pas avec les directions d'après les nuages, ces vents terrestres se trouvaient remplacés dans les régions supérieures : 1° l'un par l'autre, 24 fois; 2° par des vents *exhaussants*, 35 fois; 3° par des vents *déprimants*, 41 fois.

On conçoit maintenant que la grande fréquence des vents déprimants dans les régions supérieures, en remplacement des quatre vents cités, quand ceux-ci règnent au niveau du sol, contribue nécessairement à maintenir la dépression barométrique sous l'influence de ces quatre vents, quoique leurs intensités soient si faibles par rapport aux autres vents.

—

Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques ;
par M. J.-S. Stas, membre de l'Académie.

Tous les travaux analytiques entrepris depuis près d'un siècle nous conduisent à admettre que les corps composés possèdent une composition définie, constante, invariable. Aux rapports déduits de ces recherches, on a successivement donné le nom de *nombres proportionnels*, de *proportions chimiques*, d'*équivalents chimiques*, d'*atomes*. L'illustre Berzelius consacra une grande partie de sa vie à fixer le *poids* des proportions chimiques. Ses travaux, à ce sujet, resteront comme des monuments impérissables de sa sagacité et de son génie. Le contrôle minutieux et réitéré auquel j'ai eu la hardiesse, pour ne pas dire la témérité, de les soumettre m'a convaincu que son habileté analytique n'a jamais été surpassée, si tant est que jamais elle ait été égalée par qui que ce soit. Berzelius, on le sait, conclut de ses recherches qu'il n'existe aucun rapport simple entre le poids des atomes des corps; il resta toute sa vie convaincu de cette vérité.

Dès 1815, le docteur William Prout, dans un mémoire intitulé : *Du rapport entre les pesanteurs spécifiques des corps dans leur état gazeux, et des poids de leurs atomes,* émit l'idée que le poids des atomes des corps bien déterminés à cette époque, peut se représenter par des multiples du poids de l'hydrogène. Prout eut tant de défiance de l'exactitude de son hypothèse qu'il publia son écrit sous le voile de l'anonyme. Quelle que soit l'opinion que l'on ait sur cette hypothèse, quel que soit le sort que l'avenir lui réserve, il est impossible de ne pas rendre hommage à la rare pénétration de son auteur. Vérité ou erreur, peu importe, elle

lui permit de deviner la pesanteur spécifique de l'hydrogène, quarante années avant qu'on l'eût déterminée d'une manière à peu près exacte par la voie de l'expérience.

Au point de vue de la philosophie naturelle, la portée de l'idée de Prout est immense. Les éléments des corps composés que nous considérons comme des corps simples eu égard à leur immutabilité absolue pour nous, ne seraient eux-mêmes que des corps composés. Ces éléments, dont la découverte fait la gloire de Lavoisier et a immortalisé son nom, peuvent être considérés ainsi comme dérivant de la condensation d'une matière unique : nous sommes naturellement conduits à l'unité de la matière, quoiqu'en réalité nous constations sa pluralité, sa multiplicité.

En Angleterre, l'hypothèse du docteur Prout fut presque généralement acceptée comme une vérité absolue. L'ouvrage que publia le professeur Thomas Thomson, de Glascow, pour l'appuyer sur des expériences analytiques, contribua beaucoup à ce résultat. Néanmoins, il n'en fut pas de même en Allemagne et en France. L'immense prestige qui entourait le nom de Berzelius et la confiance si légitime qu'inspiraient ses travaux sur le poids des atomes en furent incontestablement le motif. En Angleterre même, des doutes s'élevèrent : dès 1833, le professeur Turner, sur l'invitation de l'*Association Britannique pour l'avancement des sciences*, entreprit une série d'analyses, d'où il tira la conclusion que l'hypothèse du docteur Prout n'était point exacte. En 1839, le professeur Penny, à Glascow, arriva à la même conclusion, bien que ses résultats différassent, en plusieurs points, de ceux obtenus par Turner. La détermination que M. Dumas et moi nous fîmes, en 1839 et 1840, du poids atomique du carbone, ramena de nouveau l'attention des chimistes sur ce sujet.

L'atome du carbone, déduit de nos synthèses de l'acide carbonique, s'accorde en effet entièrement avec l'hypothèse fondamentale de Prout. Les nouvelles synthèses de l'eau que M. Dumas fit connaître en 1843, et qui furent confirmées par les travaux de MM. Erdmann et Marchand, conduisirent au même résultat.

En 1842 et en 1843, M. de Marignac, de Genève, entreprit une série d'expériences sur les atomes du chlore, du brome, de l'iode, de l'azote, de l'argent et du potassium, dans le but de soumettre la loi de Prout à un nouvel et scrupuleux examen. Le chimiste génevois, dont l'exactitude est généralement reconnue, à l'habileté et à la conscience duquel Berzelius a rendu un hommage justement mérité, a constaté, de la manière la plus certaine, que l'unité admise par Prout est de moitié trop élevée en ce qui concerne le chlore. Mais il déclara résolûment qu'eu égard à l'extrême difficulté qu'il y a d'arriver, dans l'expérimentation, à des résultats d'une rigueur absolue, on ne saurait considérer comme contraires à la loi de Prout les atomes qu'il a trouvés pour l'argent, le potassium, le brome, l'iode et l'azote. Ainsi, d'après M. de Marignac, le principe pourrait être exact, seulement l'unité devrait être diminuée de moitié.

A la fin de 1857, M. Dumas publia un *Mémoire sur les équivalents des corps simples*. Comme on devait s'y attendre, ce travail produisit une grande sensation. L'illustre chimiste français, se basant sur les travaux de M. de Marignac sur l'argent, trouva que tous les corps bien connus qu'il avait eu l'occasion d'examiner obéissent parfaitement au principe de Prout, lorsqu'on apporte à ce principe certains tempéraments. D'après lui, les corps simples sont des multiples de l'hydrogène ou par 1, ou par 0,5, ou

enfin par 0,25. Mon illustre maître accompagna son travail de considérations de philosophie naturelle fort importantes, mais qui n'ont point de rapport avec la question que je me propose de traiter.

Tel est, à l'heure actuelle, l'état des connaissances sur les rapports entre le poids des atomes des corps simples.

Depuis un grand nombre d'années, j'ai consacré tous mes loisirs à élucider ce problème. Je le dis hautement, lorsque j'ai entrepris mes recherches, j'avais une confiance presque absolue dans l'exactitude du principe de Prout. Le doute que j'avais laissé entrevoir dans mon travail sur l'atome du carbone, publié en 1845, m'avait été arraché par le résultat de deux déterminations qui se conciliaient mal avec mes autres synthèses.

Mes investigations ont porté sur le chlore, le brome, l'iode, le fluor, le soufre, l'azote, le potassium, le sodium, le lithium, le calcium, le baryum, le plomb et l'argent. On le conçoit, pendant le long et pénible labeur auquel je me suis livré, j'ai obtenu successivement les résultats les plus discordants, suivant les corps et les méthodes employés. Tantôt ces résultats concordaient absolument avec le principe de Prout : c'était le cas, par exemple, pour le plomb, l'argent, le sodium et le calcium déterminés en fonction de l'atome du carbone; tantôt ils étaient complétement inconciliables avec cette loi : c'était le cas du plomb déterminé en fonction de l'atome de l'azote et du soufre; de l'argent déterminé en fonction de l'azote et du chlore; du potassium déterminé d'après l'oxygène et le chlore.

J'ose affirmer, sans crainte d'être démenti, que tout chimiste qui s'est livré à des recherches sur le poids des atomes, *s'il a varié ses méthodes*, s'il a cherché le poids

de l'atome d'un corps en fonction du poids de l'atome de deux ou de trois corps différents, a rencontré les mêmes difficultés, les mêmes contradictions. Aussi ai-je éprouvé pendant longtemps bien de pénibles perplexités.

Comme je l'ai fait connaître naguère à l'Académie, en la priant de prendre acte de ma déclaration, depuis quelque temps déjà tout doute a disparu de mon esprit. J'ai acquis la conviction complète, la certitude entière, si tant est que l'homme puisse atteindre à la certitude sur un pareil sujet, que la loi de Prout, avec tous les tempéraments apportés par M. Dumas, n'est qu'une illusion, une pure hypothèse formellement démentie par l'expérience. Les chimistes, après avoir examiné le travail dont j'ai l'honneur de présenter en ce moment l'analyse détaillée à l'Académie, s'ils peuvent se dépouiller de leurs préjugés et de leurs préoccupations d'esprit, et s'en tenir à l'expérience, partageront bientôt ma conviction : c'est *qu'il n'existe pas de commun diviseur entre les poids des corps simples qui s'unissent pour former toutes les combinaisons définies.*

Le travail que je livre actuellement au public ne comprend que mes recherches sur l'*azote*, le *chlore*, le *soufre*, le *potassium*, le *sodium*, le *plomb* et l'*argent*. J'ai choisi ces corps, parce qu'ils sont mieux connus, qu'ils forment les composés les plus stables, et que généralement on les fait obéir à la loi de Prout. Je l'ai dit suffisamment, comme le but de mes travaux n'était pas de déterminer le poids de l'atome de ces corps, mais bien le rapport du poids de leur atome, afin de voir s'il existe entre ces rapports un commun diviseur, j'ai employé les méthodes qui, à mon sens, pouvaient le plus sûrement conduire au résultat. Tout en variant ces méthodes, j'ai pris de préférence, autant que possible, celles qui avaient déjà été employées

par les chimistes connus par une exactitude éprouvée. J'agissais ainsi pour obtenir un contrôle plus efficace. Il est bien évident que si des résultats suffisamment répétés s'accordent avec ceux obtenus antérieurement, la probabilité en faveur de leur exactitude devient très-grande; si, au contraire, ils diffèrent, on trouve dans l'étude approfondie de toutes les conditions de l'expérience le moyen de s'assurer de quel côté existe la vérité. C'est ainsi que je suis parvenu à découvrir des erreurs commises qui, sans cela, m'auraient incontestablement échappé.

Quoique je n'aie eu pour but que de chercher des rapports de nombres, j'ai fait néanmoins deux déterminations qui, l'une et l'autre, permettent de déduire dès à présent, de toutes mes expériences, le poids de l'atome de ces sept corps simples par rapport à l'oxygène.

On verra plus loin que le poids de ces atomes se rapproche sensiblement de ceux généralement acceptés, sauf, toutefois, pour l'azote.

Les déterminations des rapports ont été faites soit par la *voie de la synthèse*, soit par *la voie de la double décomposition*. Je n'ai eu recours à l'*analyse* que pour me procurer les éléments nécessaires au calcul des poids atomiques en fonction de l'oxygène.

Avant de faire connaître succinctement mes recherches, je dois m'expliquer sur la quantité extraordinairement élevée de matières que j'ai mise en expérience. Ces quantités effrayeront bien des chimistes; cependant, ce n'est pas à la légère que je me décide à rompre avec leurs habitudes. Dans les annales des sciences, il existe deux exemples que je me permets d'invoquer. M. Dumas, dans son mémoire sur la composition de l'eau, et M. de Marignac, dans son travail sur les atomes du chlore, de l'azote

et de l'argent, ont déjà porté à un taux relativement élevé le poids des matières. Moi-même, dans mon mémoire sur l'atome du carbone, publié en 1845, j'ai décuplé le poids des quantités ordinairement employées. Jusqu'ici, à ce que je sache, on n'a pas fait d'objection contre cette manière d'opérer. Pour peu qu'on examine attentivement les poids atomiques généralement admis, et qu'on les compare à ce qu'ils devraient être dans l'hypothèse de Prout, on s'aperçoit bientôt qu'il n'y a que des différences réellement insignifiantes qui les séparent. D'ailleurs, s'il n'en était pas ainsi, il y a longtemps que le problème serait résolu. Mais l'expérience démontre que *le seul moyen de constater avec certitude, et de mesurer exactement de petites différences, consiste à augmenter les quantités qui les produisent, afin de rendre ces différences beaucoup supérieures aux erreurs que comportent les observations dont on doit les déduire.* On pourrait croire que les difficultés des recherches croissent avec l'augmentation des quantités. Les chimistes qui voudront se donner la peine de vérifier mes résultats dans toutes les conditions où je me suis placé, se convaincront bientôt que c'est une grave erreur. Le seul inconvénient réel résultant de l'emploi de grandes quantités de matière est la durée de l'expérience qui, dans certains cas, croît presque comme les quantités; mais, en revanche, si l'on parvient à mener l'expérience à bonne fin, le résultat entraîne avec lui la conviction, parce qu'il n'est susceptible que d'une seule interprétation : tandis qu'en employant de moindres quantités, on est toujours disposé à mettre sur le compte de l'erreur inévitable de l'expérience les petites différences constatées, on reste dans l'incertitude, et de plus, on s'expose à méconnaître la vérité que l'on cherche.

En examinant les travaux effectués sur les poids atomiques, j'ai souvent regretté de ne pas y rencontrer tous les détails des expériences. J'ai été privé ainsi des moyens de m'assurer jusqu'à quel point les résultats méritent la confiance qu'on leur accorde. Voulant, en ce qui concerne les résultats de mes recherches, fournir à tous les moyens de les contrôler et de les corriger au besoin, j'ai cru devoir exposer minutieusement dans mon mémoire toutes les conditions dans lesquelles mes déterminations ont été faites. Ainsi, j'ai fait connaître exactement les balances et les poids dont je me suis servi pour les pesées, les moyens employés pour garantir l'exactitude des pesées des matières et des vases, et pour conserver l'intégrité du poids des vases pendant et après l'expérience, j'ai indiqué la nature du vase dans lequel l'opération a été faite. J'ai donné les procédés à l'aide desquels j'ai préparé les matières soumises à l'expérience, les matières que je faisais réagir sur elles, et enfin les méthodes employées pour rechercher la pureté des unes et des autres.

Il m'est impossible de reproduire dans cette analyse le détail complet de mes expériences. Je me bornerai donc à communiquer les faits indispensables pour apprécier la valeur de mes recherches et la confiance qu'elles peuvent inspirer.

DES MOYENS DE PESAGE.

Quatre balances et deux séries de poids ont servi à toutes mes pesées. L'une des balances, construite par le célèbre mécanicien français Gambey, porte *un* kilogramme dans chaque plateau et accuse sous cette charge *cinq dixièmes* de milligramme. Les trois autres ont été confectionnées par M. Sacré, mécanicien du Musée de

l'industrie à Bruxelles. La plus grande de ces trois balances, qui a été construite expressément pour mes recherches, supporte une charge de *cinq* à *six kilogrammes* dans chaque plateau et accuse avec certitude sous cette charge énorme une différence de poids de *un* milligramme. Chargée de *deux* à *trois kilogrammes* dans chaque plateau, elle dévie d'une manière très-notable avec une différence de poids de *trois* à *quatre dixièmes de milligramme*. La deuxième balance supporte *cinq cents grammes* dans chaque plateau et permet de constater une différence de *deux dixièmes de milligramme*. Enfin la troisième, qui est une *balance d'essai*, accuse d'une manière constante, sous une charge de *vingt-cinq* grammes dans chaque plateau, *un trente-troisième de milligramme*. Je ne pense pas qu'il existe nulle part une série de balances qui, pour la sensibilité et la constance des pesées, soient comparables à celles que je viens d'indiquer. Tous les chimistes qui ont eu l'occasion de les examiner ont partagé cette manière de voir. Aussi je n'hésite pas à déclarer qu'elles font honneur à M. Sacré et j'ajouterai que je suis heureux de pouvoir rendre ici ce témoignage de son habileté.

Les deux séries de poids dont j'ai disposé sont, l'une de *platine*, l'autre de *laiton*. La série de platine comprend le kilogramme et toutes ses subdivisions jusqu'au *demi-milligramme*. Elle a été construite par M. Gambey sous la direction de M. Arago. Elle constitue l'étalon de deuxième ordre de l'État belge. J'ai eu l'occasion d'en constater la parfaite conformité avec le prototype de platine conservé à la Chambre des représentants, construit également par M. Gambey, et comparé par M. Arago avec le kilogramme prototype déposé aux archives de l'État à Paris. L'autre série de poids a été ajustée par moi avec tous les soins

possibles sur les étalons de platine. Les subdivisior milligramme jusqu'au dixième de ce poids ont été fai l'aide d'un fil d'argent laminé.

Afin de pouvoir réduire toutes mes pesées au vide, j'ai déterminé la pesanteur spécifique des poids de platine et de laiton. J'ai trouvé ainsi que le kilogramme de platine déplace 47 centimètres cubes d'air, et le kilogramme de laiton 125 centimètres cubes. Ce sont ces deux données qui ont servi à tous mes calculs, soit que j'aie pesé les corps dans l'air et que j'aie opéré la correction sur les poids et sur la matière, soit que j'aie pesé les corps dans le vide et que j'aie fait subir la correction aux poids seulement.

DES PESÉES.

Toutes les fois que la nature des matières n'y a pas apporté un obstacle absolu, j'ai effectué leur pesée dans l'air, en plaçant comme contre-poids du vase qui les renfermait un autre vase de même nature, de même surface et autant que possible de même poids que celui auquel il était destiné à faire équilibre. La différence de poids était suppléée par une addition de même matière. Je n'ai eu recours aux pesées faites dans le vide que comme contrôle, ou bien lorsque j'avais affaire à des matières hygrométriques ou capables de condenser de l'air. Pour les pesées dans le vide, je me suis conduit différemment suivant la forme des vases qui renfermaient les matières et suivant la nature des produits que j'avais à y faire réagir. Lorsque l'opération se faisait dans des tubes de verre, ceux-ci, contenant les matières, étaient introduits dans un cylindre de verre muni d'un ajutage métallique et d'un robinet pour pouvoir y opérer le vide. J'opposais

comme contre-poids à ce cylindre, un autre absolument identique quant à son volume extérieur, à la forme et aux matières qui le constituent. Enfin je prenais toutes les précautions qui ont été indiquées pour la première fois par M. Dumas pour faire avec sécurité une pesée dans le vide et obtenir des poids toujours constants. Lorsque la forme des vases ne se prêtait pas à ce mode de procéder, j'appliquais soit un ajutage métallique sur l'ouverture du vase, à l'aide d'une matière résineuse, soit une fermeture de caoutchouc *naturel* muni d'un robinet. Dans ce dernier cas, je prenais soin de me servir, comme moyen de ligature, soit d'un fil épais de platine légèrement *aplati*, soit d'un fil épais d'argent ou de cuivre rouge également *aplati*. Afin d'éviter l'influence de l'air sur le caoutchouc, car dans l'air le caoutchouc augmente de poids en s'emparant de l'oxygène, je tournais le fil métallique en spires tellement rapprochées que la surface en était entièrement couverte. Un système de ce genre tient parfaitement le vide, *surtout lorsqu'on a soin de dépolir la surface du verre sur laquelle le caoutchouc doit s'appliquer.*

J'établissais l'équilibre à l'aide d'un appareil absolument identique à celui-ci pour le volume extérieur et la nature de la surface. Ce système, suspendu dans une grande cage au-dessous de la balance, flottait librement dans de l'air tenu aussi sec que possible et abrité, à l'aide de cloisons épaisses de bois, de toute cause de mouvement, soit par des courants, soit par la chaleur. MM. Dumas et Regnault ont déjà prouvé qu'en pesant un pareil système, l'équilibre, une fois établi, se maintient indéfiniment.

Toutes les fois que mes appareils ont tenu parfaitement le vide (ce qui est beaucoup plus difficile à obtenir qu'on ne le suppose), j'ai eu l'occasion de constater l'exactitude de cette observation.

Dans toutes mes pesées dans le vide, la tension interne a été, avant et après l'expérience, de $0^m,0025$ à $0,^m005$: la pompe pneumatique ne permettait pas d'aller au delà.

J'ai déjà dit plus haut qu'à moins d'une nécessité absolue, j'ai effectué les pesées dans l'air, parce que j'ai constaté, de la manière la plus certaine, que des vases pleins d'air présentent toujours des poids invariables, du moment que les surfaces des systèmes qui se font équilibre se trouvent dans les mêmes conditions.

Lorsqu'on a changé ces conditions, soit par une élévation un peu considérable de température, soit par le frottement, il faut un temps assez long pour les ramener à leur état primitif. Ainsi, un tube de verre dur de 60 à 80 centimètres de longueur sur 2 à 2,5 centimètres de diamètre, après avoir été chauffé fortement, exige de *deux* à *trois heures* de séjour dans la cage de la balance avant de présenter un poids invariable. Des vases de verre de 1 à 4 litres de capacité, après avoir été chauffés ou frottés, ne possèdent de poids constant qu'au bout de *cinq* à *huit* heures de séjour dans la cage de la balance.

Le platine *poli*, chauffé *en dehors des atteintes des flammes*, reprend très-rapidement son poids primitif. Mais ce même métal plus ou moins dépoli reprend son poids beaucoup plus lentement que le verre et que la porcelaine.

DES VASES EMPLOYÉS DANS LES DÉTERMINATIONS.

J'ai eu recours à des vases de platine toutes les fois que la nature des opérations me l'a permis. Hors de là, je n'ai pris pour mes déterminations que des vases et des tubes de verre de Bohême. Berzelius a souvent émis des doutes sur l'inaltérabilité des vases employés dans les analyses. D'après mon expérience, ce doute est parfaitement fondé.

J'ai trouvé, en effet, que le poids des tubes, des cornues, des ballons de verre et même de verre dur de Bohême, peut changer très-notablement, soit par des flammes, soit par l'action des agents chimiques que l'on croit généralement sans action sur eux. *Sans exception aucune, tout verre chauffé longtemps au rouge dans la flamme de l'alcool ou du gaz éclairant,* DIMINUE *de poids lentement, mais constamment.* Cette perte peut atteindre 35 et même 40 milligrammes dans l'espace de 2 heures, lorsqu'on expose au rouge bien décidé, dans la flamme du gaz éclairant, un tube de verre de Bohême de 50 à 60 centimètres de longueur. Le même verre conserve, au contraire, parfaitement son poids *lorsqu'on le chauffe au point de le ramollir et de l'aplatir sous son propre poids, à l'abri de la flamme, soit à l'aide du charbon, en le préservant des atteintes des cendres de celui-ci, soit dans un bain de magnésie pure, qui l'enveloppe complétement.* On le verra plus loin, à l'occasion de l'analyse du chlorate de potasse, j'ai chauffé, pendant *une journée entière*, des tubes et des ballons de verre de Bohême, au point de rendre le verre laiteux et même blanc, sans altérer en rien leur poids. Le bain de magnésie m'a rendu de très-grands services. J'y ai rougi non-seulement le verre, mais les vases de platine dans lesquels j'ai fait des déterminations. Le lavage à l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique enlève complétement les traces de magnésie adhérant toujours au verre et au platine qui ont été chauffés en contact avec elle. Sans ce bain, j'aurais dû renoncer, dans un grand nombre de cas, à l'emploi du gaz comme combustible. A ma connaissance, ce sont MM. Erdmann et Marchand qui se sont servis les premiers de la magnésie pour soustraire les surfaces aux atteintes des flammes.

J'ai constaté, à suffisance de preuve, qu'à une température qui ne dépasse pas 300 ou 350 degrés, les acides azotique et chlorhydrique n'exercent absolument aucune action sur le verre de Bohême et en général sur tous les verres durs privés complétement d'alumine et d'excès d'alcali.

Des vases de verre de Bohême, après avoir servi à un grand nombre de synthèses de l'azotate d'argent, de l'azotate de plomb et du chlorure de plomb, ont conservé presque absolument leur poids.

La très-légère altération qu'ils peuvent avoir subie provient plutôt du frottement du bouchon, qui est usé à l'émeri sur le goulot, que de l'action des acides.

Le verre commun des cornues, des ballons, des flacons ordinaires cède déjà, à la température ordinaire, aux acides chlorhydrique et azotique des traces des bases qu'il renferme.

L'expérience m'a prouvé que l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique, ainsi que la vapeur de sel ammoniac, attaquent au rouge tous les verres.

DES AGENTS EMPLOYÉS DANS LES DÉTERMINATIONS.

Il ne me suffisait pas d'avoir des vases résistant à l'action des agents que j'avais à y faire réagir, il fallait encore que ces agents n'amenassent pas avec eux des principes pouvant altérer, quant à leur poids ou à leur composition, les corps dont on voulait déterminer la formation ou la décomposition. On le conçoit, ce n'est qu'à cette condition qu'on peut compter sur l'exactitude des résultats.

Les matières que j'ai dû faire intervenir dans les expériences sont l'eau, les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique et le sel ammoniac. J'avoue qu'avant de me

livrer à ce long travail, je me faisais complétement illusion sur quelques-unes des difficultés que j'ai rencontrées à me procurer ces corps à l'état de pureté complète, et surtout sur les moyens de constater cet état. Berzelius, dans son travail sur les poids atomiques (1), signale déjà la difficulté d'obtenir de l'acide chlorhydrique liquide ne laissant aucun résidu à l'évaporation; il avoue même qu'il n'est pas parvenu à ce résultat.

Voici, en résumé, les observations que j'ai été à même de faire, les méthodes que j'en ai déduites pour me procurer ces corps purs, et les moyens employés pour constater cette pureté.

Eau. — L'eau de pluie ou de source, distillée deux fois, en ayant soin la seconde fois de condenser la vapeur dans un réfrigérant de platine, fournit un liquide qui, évaporé immédiatement après dans un vase de platine *couvert* ou *exposé à l'air libre*, se volatilise sans laisser le moindre résidu. Cette même eau distillée, conservée pendant quelques jours dans un vase de platine ou de porcelaine, évaporée ensuite, laisse un résidu jaune brunâtre très-sensible. Ce résidu jaune se brûle complétement au rouge dans l'air. De l'eau distillée se volatilisant totalement dans un vase couvert ou ouvert, si l'on vient à l'aciduler par de l'acide chlorhydrique ou par de l'acide azotique purs, laisse, en se volatilisant dans un vase couvert ou ouvert, un résidu jaune.

L'eau distillée contient donc des matières organiques volatiles qui, au bout d'un certain temps, deviennent spontanément fixes et qui le deviennent instantanément sous l'influence des acides chlorhydrique et azotique.

---

(1) *Ann. de phys. et de ch.*, t. XI, p. 65.

Lorsque la présence d'une matière organique fixe, mais susceptible de se détruire par la chaleur, ne présentait aucun inconvénient, je me suis servi d'eau distillée deux fois et condensée la dernière fois dans un long tube de platine convenablement refroidi. Dans le cas contraire, à la première distillation, j'ai fait passer lentement la vapeur au travers d'un long tube de cuivre rouge, luté à l'argile et au sable, rempli complétement de tournures de cuivre grillées, recourbé en zigzag et chauffé au rouge décidé dans un foyer. L'eau provenant de la condensation de cette vapeur a été redistillée une seconde fois et condensée par un réfrigérant de platine. Ce réfrigérant était un long tube de platine soudé à l'or, recourbé en forme de siphon, et employé dans une fabrique pour transvaser et refroidir l'acide sulfurique concentré et bouillant. *Cette eau, immédiatement après sa préparation ou après un long séjour dans un flacon bouché, soumise à l'évaporation seule, ou additionnée d'acide azotique, se volatilise toujours dans un vase couvert sans laisser de trace de résidu.*

Acide chlorhydrique. — L'acide chlorhydrique dissous dont j'ai fait usage a été obtenu en amenant, à l'aide d'un tube de verre de Bohême, dans l'eau privée de toute matière fixe ou susceptible de le devenir, et contenue dans un vase de platine, du gaz acide chlorhydrique dégagé par l'action de la chaleur sur l'acide liquide et pur, tel qu'on le prépare dans les laboratoires.

L'acide ainsi obtenu peut être évaporé jusqu'à siccité dans une cornue de platine sans laisser la moindre trace de résidu. Si l'évaporation se fait à *vase ouvert*, les matières contenues dans l'air se fixent toujours sur l'acide, et, dans ce cas, le produit le plus pur laisse un résidu jaune dans lequel on trouve très-souvent du fer. *L'essai de l'acide*

chlorhydrique doit donc se faire à l'abri du contact de l'air, contrairement à ce qui se pratique habituellement.

Acide azotique. — Pour me procurer l'acide azotique absolument pur, j'ai chauffé l'acide du commerce à 1,500 de densité, jusqu'à ce que le produit condensé ne retînt plus de trace de chlore (1).

L'acide nitrique ainsi obtenu, je l'ai redistillé à deux reprises différentes et conservé dans des flacons. Lorsque j'avais besoin d'employer de l'acide ne laissant absolument aucun résidu, je redistillais une troisième fois, dans une *grande cornue de platine,* l'acide purifié, en me servant d'un ballon de verre de Bohême pour récipient. L'acide était toujours immédiatement utilisé après sa préparation. J'ai fait l'essai de sa pureté *en opérant sur tout un litre.* Il s'évapore dans une cornue de platine sans laisser le moindre résidu, lorsqu'on abrite soigneusement les vapeurs du contact de l'air (2). Si l'air peut affluer librement, l'acide laisse

---

(1) L'essai de l'acide azotique fumant, au point de vue du chlore, exige qu'il soit préalablement mêlé de 4 à 5 fois son volume d'eau. En effet, l'acide au *maximum* de concentration peut contenir des traces de chlore sans se troubler par l'azotate d'argent dissous. On s'assure aisément de ce fait en ajoutant d'abord à de l'eau pure de l'azotate d'argent et en versant ensuite quelques gouttes de cette solution dans cet acide azotique contenant des traces de chlore. L'acide reste transparent. En mêlant l'essai avec le restant de l'eau, on voit que la liqueur se trouble très-sensiblement.

(2) Les vases de platine ne conviennent à la préparation des acides purs qu'après avoir été dépouillés du fer que le platine ouvragé du commerce renferme toujours. Le meilleur moyen que j'aie pu trouver pour arriver à ce résultat, est de faire réagir au rouge la vapeur du sel ammoniac sur eux. Tant que le chlorure d'ammonium se colore légèrement en jaune, on est certain que le métal retient du fer. Le platine devient ainsi *mat* et beaucoup plus blanc. Lorsqu'on veut peser les vases purifiés de cette manière, il faut rendre le poli au métal : il suffit pour cela de les mettre au tour et de les *brunir* à l'aide d'une opale. Tous mes vases de platine ont subi cette opération.

toujours un résidu jaune plus ou moins notable, absolument comme nous l'avons vu pour l'acide chlorhydrique pur et pour l'eau pure acidulée par les acides, que l'on évapore sans les abriter des impuretés de l'air.

D'après ce que j'ai remarqué, je suis porté à croire que les impuretés constatées par la plupart des chimistes dans les acides n'y préexistaient pas toujours, mais avaient été amenées par l'air affluant librement pendant l'essai. *C'est pour cette raison que je me suis imposé l'obligation de faire mes essais dans des cornues en platine munies d'un récipient de verre de Bohême s'y adaptant aussi bien que possible, et que toutes les évaporations des liquides acides ont été faites à vaisseaux clos, en empêchant l'air de pénétrer dans l'intérieur des vases renfermant les liquides à évaporer.*

Acide sulfurique. — Pour l'obtenir dépouillé de tout principe fixe, j'ai distillé une première fois l'acide du commerce dans une cornue de verre lutée; l'acide ainsi préparé était distillé par petites parties à la fois dans une cornue de platine, en prenant la précaution de volatiliser le liquide *sans jamais le faire bouillir.* J'adaptais comme réfrigérant des tubes de platine soudés à l'or, s'emboîtant par frottement les uns dans les autres. L'acide a été reçu et conservé dans un creuset de platine jusqu'au moment de son emploi : il n'a jamais laissé de trace de résidu lorsque je l'ai volatilisé dans une cornue de platine.

Sel ammoniac. — J'exposerai plus loin toutes les précautions que j'ai prises pour me procurer du sel ammoniac absolument pur.

Carbonate de soude.— Le carbonate de soude, dépouillé de chlorures et de sulfates alcalins par des cristallisations successives, renferme toujours du fer. Pour enlever ce métal, on dessèche le sel et on le chauffe au rouge sombre

dans un vase d'argent. Après le refroidissement, on reprend le carbonate anhydre par une quantité d'eau froide insuffisante pour le dissoudre. On évapore la solution dans un vase d'argent, on dessèche le résidu et on le calcine une seconde fois. On répète ce traitement jusqu'à ce que l'acide sulfhydrique ne *verdisse* plus la solution du carbonate. Il m'a fallu répéter trois fois l'action successive de la chaleur et de l'eau pour obtenir ce résultat. Le carbonate ainsi préparé renferme encore de la silice.

DÉTERMINATIONS DU RAPPORT DE POIDS DES ATOMES DE L'AZOTE, DU CHLORE, DU SOUFRE, DU POTASSIUM, DU SODIUM, DE L'ARGENT ET DU PLOMB.

Pour connaître les rapports réciproques des atomes de ces sept corps, j'ai fait :

La synthèse

1° Du chlorure d'argent;
2° Du sulfure d'argent;
3° De l'azotate d'argent;
4° De l'azotate de plomb;
5° Du sulfate de plomb;

L'analyse

6° Du chlorate de potasse;
7° Du sulfate d'argent;

J'ai cherché

Le nombre proportionnel entre :

8° L'argent et le chlorure de potassium;
9° L'argent et le chlorure de sodium;
10° L'argent et le chlorure d'ammonium;
11° L'azotate d'argent et le chlorure de potassium;
12° L'azotate d'argent et le chlorure d'ammonium.

En opposant ainsi des corps simples à des corps simples, un corps simple à des corps composés, des corps composés à des corps composés, je devais naturellement obtenir des résultats susceptibles d'être contrôlés les uns par les autres.

Quelques-unes de ces déterminations remontent à plusieurs années; toutes ont été vérifiées et complétées pendant ces trois dernières années. Je commencerai l'exposition de ces recherches par celles qui ont l'argent pour base, en parlant d'abord de la préparation de l'argent pur et des moyens auxquels j'ai eu recours pour constater la pureté du métal.

DE L'ARGENT.

Comme l'argent a été pour ainsi dire le pivot de mes recherches, j'ai fait tous les efforts possibles pour me procurer ce métal à l'état de pureté et pour m'assurer de cette pureté. A cet effet, j'ai successivement employé toutes les méthodes indiquées pour se procurer de l'argent pur. J'ai acquis la certitude que toutes celles qui sont susceptibles d'être exécutées en grand fournissent un métal impur, si l'on n'y apporte pas des modifications radicales. Tous les procédés qui reposent sur la réduction du chlo-

rure d'argent fournissent de l'argent renfermant du cuivre et du fer, à moins qu'on ne redissolve à *trois* ou *quatre* reprises le métal dans l'acide azotique, et que chaque fois on ne verse la solution d'azotate, diluée de vingt à trente fois son poids d'eau, dans de l'acide chlorhydrique dissous, et qu'ensuite on n'agite vivement le chlorure d'argent avec le liquide, comme s'il s'agissait d'éclaircir une liqueur d'essai. L'expérience m'a démontré qu'on peut obtenir du premier coup du chlorure d'argent privé de cuivre et de fer, en versant une solution froide d'argent au trentième dans de l'acide chlorhydrique en léger excès, lavant le précipité à l'eau distillée froide, et laissant digérer ensuite *avec de l'eau régale le chlorure desséché à la température ordinaire et finement pulvérisé.* Ce chlorure bien lavé ne retient absolument aucune trace de cuivre ni de fer. Tant que le chlorure d'argent est caillebotté, il retient emprisonné, comme l'albumine coagulée, une partie des substances qui sont en dissolution au sein du liquide d'où il est précipité. Ce chlorure desséché à *froid* et finement pulvérisé, cède, au contraire, très-facilement à l'eau régale les métaux étrangers qu'il contient.

Quelle que soit la pureté du chlorure d'argent, lorsqu'on le réduit par le procédé de Gay-Lussac, c'est-à-dire par un mélange de craie et de charbon, il produit un métal qui contient toujours du *silicium* et du *fer.* On constate aisément la présence de ces matières étrangères en dissolvant dans de l'acide azotique pur une centaine de grammes d'argent contenus dans un vase de platine, en évaporant et en fondant l'azotate. Le sel repris par de l'eau froide laisse toujours de l'acide silicique et du sesquioxyde de fer. J'ai trouvé jusqu' à $\frac{15}{100000}$mes de silicium dans de l'argent réduit du chlorure par le procédé de Gay-Lussac.

M. Allard, directeur de la Monnaie de Bruxelles, a bien voulu me faire préparer, dans les ateliers de l'hôtel des Monnaies, de très-grandes quantités d'argent par ce procédé, tel qu'il est prescrit pour obtenir l'argent d'essai. Malgré tous les soins mis par M. Schoonjans, dont j'ai eu l'occasion de constater l'extrême habileté, l'argent produit contenait des traces de cuivre, de fer et surtout du silicium. En faisant avec un soin extrême l'analyse de l'argent obtenu par la méthode de Gay-Lussac, j'ai trouvé, en opérant sur *deux cents grammes*, que l'argent préparé ainsi renferme, après un traitement, de dix-neuf à vingt-trois cent millièmes d'impuretés; après deux traitements, de treize à dix-sept cent millièmes; après trois traitements, de huit à dix cent millièmes. La comparaison de cet argent avec du métal obtenu par d'autres procédés m'a conduit absolument au même résultat. Parmi les déterminations du rapport proportionnel de l'argent et du chlorure de potassium, il y en a trois qui ont été faites avec de l'argent préparé par la méthode de Gay-Lussac, et l'impureté du métal en ressort de la manière la plus évidente. M. Dumas évalue à un dix millième les impuretés contenues dans l'argent que lui a fourni la Monnaie de Paris.

Sans oser l'affirmer, j'attribue la présence d'une quantité si notable de silicium dans le métal préparé ainsi, à l'action qu'exerce l'argent sur l'acide silicique. Il est probable qu'à la température nécessaire pour la fusion de l'argent, ce corps réduit l'acide silicique avec formation de silicate et de siliciure d'argent. D'ailleurs, la présence du charbon peut favoriser la réduction de l'acide silicique et la formation du siliciure d'argent. Un fait certain et que j'ai constaté un grand nombre de fois, c'est l'attaque de l'acide silicique et des silicates par la vapeur de l'argent.

La porcelaine blanche se colore en jaune ou en jaune brunâtre et augmente très-sensiblement de poids, quand on lance sur elle de l'argent en vapeur disséminé dans une flamme oxydante.

Le chlorure d'argent purifié par le procédé que j'ai indiqué plus haut, mêlé avec son poids de carbonate de soude pur et desséché, et contenant un dixième d'azotate de potasse pur, étant chauffé dans un creuset de porcelaine blanche non vernie, avec les précautions indiquées par Berzelius pour éviter le débordement, fournit un culot d'argent pur. Ce culot, refondu avec un dixième de son poids de nitre pur mêlé de borax pur, et coulé ensuite dans une lingotière enduite d'une couche de terre de pipe, produit un barreau d'argent retenant des traces à peine sensibles de matières étrangères. Ce procédé est très-délicat à exécuter; car, lors de l'action de la chaleur sur le mélange de chlorure et de carbonate, si on élève d'abord un peu trop la température, la matière se fond, se boursoufle beaucoup et risque de sortir du creuset. Quoi qu'il en soit, j'ai préparé par ce moyen plusieurs kilogrammes d'argent.

Pour opérer avec sécurité la réduction du chlorure d'argent dans un creuset de porcelaine blanche non vernie, on doit le placer dans un autre creuset de terre. Voici le moyen que j'ai employé pour faire convenablement l'opération : Je verse, entre l'espace qui sépare les deux creusets, de la terre de pipe calcinée, pulvérisée et mêlée de cinq pour cent de borax fondu et également pulvérisé. Sous l'influence de la chaleur, le borax, en se fondant, soude le tout ensemble. Lorsque la réduction du chlorure est faite, on peut enlever le système et couler l'argent comme si l'on avait affaire à un seul creuset. La grande masse à chauffer, avant d'atteindre le creuset de porce-

laine, empêche la casse et par suite la perte de l'argent.

Outre ce procédé de préparation de l'argent, j'ai eu recours à plusieurs autres méthodes. L'une d'elles m'a été indiquée par M. Liebig, qui même a bien voulu en préparer, par ce moyen, une certaine quantité pour mes recherches: Je lui en témoigne ici toute ma reconnaissance. Ce procédé consiste à réduire à froid par du sucre de lait pur, une dissolution ammoniacale et concentrée d'azotate d'argent pur additionnée de potasse pure jusqu'à précipitation d'argent fulminant. Il se forme au bout de peu de temps un précipité violacé, qui se transforme en un miroir d'argent, si la dissolution ne contient que dix pour cent d'azotate d'argent. Si, au contraire, elle renferme beaucoup plus de métal, le précipité violacé d'argent pur persiste. Ce précipité, lavé d'abord à l'eau, est mis en digestion avec de l'ammoniaque dissoute qui enlève le cuivre, si l'argent en contient; desséché, il conserve sa couleur violacée; il constitue un état particulier de l'argent. Chauffé de 300 à 350°, le métal devient incandescent, et prend alors la couleur propre de l'argent : il est blanc et mat. Pour le réduire en barreaux, je le fonds avec une certaine quantité de nitre et de borax purs, et je le coule dans une lingotière enduite de terre de pipe.

J'ai préparé au delà de trois kilogrammes d'argent pur par ce moyen, en employant chaque fois un kilogramme d'argent. J'ai toujours trouvé ce métal identique à lui-même et à d'autre argent pur; je dis à d'autre argent pur, car il ne suffit pas, comme le dit M. Péligot, dans son travail sur l'argent, de démontrer que le métal obtenu par un procédé déterminé donne toujours le même résultat, pour affirmer sa pureté; il faut de plus que, comparé à de l'argent préparé par d'autres méthodes, il s'y montre

absolument identique. En effet, il peut arriver, et c'est le cas pour la réduction du chlorure d'argent pur par le procédé de Gay-Lussac, que l'opération de la réduction amène dans le métal la même dose d'impureté que celle qu'on en sépare par la dissolution et la précipitation.

Je vais indiquer maintenant les moyens que j'ai employés pour obtenir de l'argent servant à contrôler celui que je destinais à mes opérations. Je les fais connaître tout en déclarant qu'ils fournissent trop difficilement de l'argent en assez grande quantité pour qu'on puisse s'en servir comme méthode propre à la préparation en grand du métal pur.

Le premier moyen consiste à se procurer ce métal par l'électrolyse du cyanure d'argent et de potassium pur, ou du cyanure d'argent et d'ammonium. J'ai préparé au moins un demi-kilogramme de métal par cette voie, qui est longue et très-dispendieuse. Le dépôt se faisait sur une surface de porcelaine préalablement couverte d'un miroir d'argent préparé par la méthode de M. Liebig. Comme électrode positif, je me servais d'un charbon obtenu à l'aide de la vapeur du naphte chauffée au rouge. Pour obtenir l'azotate d'argent propre à la préparation du cyanure d'argent, je dissolvais dans l'acide azotique de l'argent à $\frac{999}{1000}$mes que produit la Monnaie de Bruxelles. La dissolution était évaporée jusqu'à siccité et le sel fondu. Après le refroidissement, il était pulvérisé et repris par de l'eau froide, en prenant la précaution de ne jamais dissoudre le tout, sans cela, de l'oxyde de cuivre rentre en dissolution. La solution d'argent, après un repos de trois à quatre jours, était filtrée au travers d'un double filtre de papier et mise ensuite en digestion avec un excès d'oxyde d'argent, puis abandonnée au repos pendant un temps suffisamment

long. Cette solution, diluée d'une quantité d'eau telle, qu'elle renfermait au plus un trentième de son poids d'azotate, était versée dans une solution aqueuse d'acide cyanhydrique pur, jusqu'à cessation de précipité de cyanure. Le cyanure était agité avec le liquide pour le diviser fortement, et lavé d'abord à l'eau acidulée par l'acide azotique, et ensuite avec de l'eau pure. Le cyanure obtenu était délayé dans un volume de solution d'acide cyanhydrique égal à celui qui avait été précipité par l'azotate d'argent, et le mélange était additionné soit d'ammoniaque pure, soit d'une solution de potasse pure, jusqu'à disparition complète du cyanure d'argent. Lors de l'électrolysation du cyanure double, l'électrode positif en charbon, comme je l'ai dit, était entouré de cyanure d'argent contenu dans un nouet de linge purifié à l'aide de l'acide chlorhydrique. Je restituais ainsi l'argent à la liqueur à mesure que l'électrolysation en séparait. Il m'a été impossible de constater la présence d'un corps étranger dans cet argent, après sa fusion, dans un creuset de porcelaine blanche non vernie, avec un mélange de nitre et de borax purifiés.

J'ai eu également recours, pour me procurer de l'argent pur, à la réaction du phosphore divisé sur une solution d'azotate d'argent diluée au *centième*. Cette action est très-lente; mais le métal, après avoir séjourné pendant longtemps sur un excès de solution d'argent et avoir été mis en digestion dans de l'eau ammoniacale, fournit, par la fusion dans du nitre et du borax purifiés, de l'argent tout à fait pur. Par cette réaction, je me suis procuré le premier argent pur que j'ai eu en ma possession.

Enfin, j'ai préparé de l'argent par l'action de la chaleur sur l'acétate cristallisé au moins dix fois. Ce métal fondu

avec du nitre et du borax m'a paru moins pur que le précédent.

Le procédé que M. Cavanna a fait connaître tout récemment donne un métal très-pur, mais il n'est pas praticable en grand : M. Péligot l'a déjà fait remarquer.

J'ai trouvé un moyen bien simple pour constater la pureté de l'argent. *Ce métal pur se fond et se maintient fondu dans de l'air, à une température assez élevée pour se volatiliser, sans se couvrir de tache ou de coloration quelconque et sans donner de vapeur colorée.* L'argent ne renfermant que cinq cent millièmes de fer, de cuivre ou de silicium, se couvre encore d'une tache très-forte, mobile, lorsqu'on le fond au chalumeau alimenté par le gaz éclairant ou par l'hydrogène et l'*air en excès.* L'argent contenant des traces à peine sensibles de cuivre, en se volatilisant dans une flamme oxydante, donne toujours une vapeur colorée. Cet essai peut se faire sur un charbon ou sur de la terre de pipe blanche et cuite, ou sur de la porcelaine, à l'aide du chalumeau à gaz ou à l'aide d'un simple éolipyle. La tache provenant des impuretés du métal se forme toujours à la surface du sphéroïde aplati résultant de la fusion. Après le refroidissement, on trouve la matière étrangère fixée sur l'argent près du point de contact du métal avec le support.

Tous les échantillons d'argent d'essai que j'ai pu me procurer ont tous produit des taches plus ou moins sensibles. D'ailleurs, ce degré d'impureté n'altère en rien le résultat des essais qu'on fait dans les Monnaies.

J'ai dit plus haut que j'ai constaté directement par l'analyse la qualité et la quantité des matières étrangères existant dans l'argent préparé par le procédé de Gay-Lussac, tel qu'il est prescrit. Comme ce moyen exige le sacrifice

de deux cents grammes d'argent dans chaque essai, je l'ai remplacé par la méthode d'essai par la voie humide, exécutée dans les Monnaies, en prenant la précaution de décupler la quantité de métal mise en expérience. J'ai monté, à cet effet, un appareil dont je donne le dessin dans mon mémoire. Il se compose de deux parties distinctes : un grand réservoir en verre rempli d'une solution saline normale et une grande pipette terminée, à la partie supérieure, par un tube de cinq à six millimètres environ de diamètre intérieur, auquel est mastiqué un robinet, et, à la partie inférieure, par un tube de deux millimètres de diamètre intérieur. Cette pipette, fixée dans un manchon rempli d'eau qu'on maintient à une température constante pendant les essais, se remplit par le bas. Remplie deux fois jusqu'au trait tracé sur le tube supérieur, elle contient, à 10°,2, une quantité de sel marin suffisante pour précipiter dix grammes d'argent le plus pur que j'ai pu me procurer. Je n'entre pas ici dans les détails de ces essais. En parlant de la détermination du nombre proportionnel de l'argent et du chlorure de potassium, de sodium, etc., j'exposerai toutes les précautions que j'ai prises pour garantir l'exactitude presque absolue du résultat.

Avant de quitter ce sujet, il faut que j'indique encore la forme sous laquelle j'ai employé l'argent dans mes expériences. Tout le métal a été fondu et coulé dans une lingotière enduite de terre de pipe blanche. Pour détacher la terre de pipe, on frottait la surface des barreaux avec du sable blanc rugueux; on les chauffait ensuite au rouge sombre et on les recouvrait entièrement de potasse caustique qu'on maintenait fondue pendant un quart d'heure au moins. La terre de pipe adhérente étant ainsi attaquée, on les plongeait brusquement dans de l'eau. Le silicate

formé se détache aussitôt, et les barreaux, après avoir été frottés une seconde fois avec du sable rugueux sont tout à fait propres. Ces barreaux, avant de servir, étaient traités par de l'acide chlorhydrique bouillant, lavés à chaud à l'eau ammoniacale d'abord, puis à l'eau pure et enfin *chauffés au rouge sur des plaques d'argent pur.*

Mes expériences ont nécessité de l'argent sous forme de petits blocs pesant de 2 à 25 grammes, sous forme de lames et à un certain état de division pour parfaire des poids calculés d'avance. J'ai obtenu les petits blocs en coupant les barreaux au ciseau sur un tas d'acier fondu et poli. La tournure et la grenaille détachées de ces barreaux, au tour et à la lime, m'ont fourni l'argent divisé. Pour séparer le fer qui reste adhérent à l'argent lorsqu'on le coupe au ciseau, ou qu'on le transforme en tournure ou en limaille, j'ai laissé digérer, en vase clos et à une température de 60 à 80°, le métal sous ces différentes formes, pendant vingt-quatre heures d'abord avec de l'acide chlorhydrique concentré et ensuite avec de l'ammoniaque pure. L'argent lavé enfin par de l'eau absolument pure et chauffé au rouge sur une plaque d'argent est renfermé immédiatement dans des flacons bouchés à l'émeri.

Ayant acquis la certitude que l'argent laminé à l'aide des beaux laminoirs de notre hôtel des Monnaies, renferme du fer qui n'y préexistait pas avant le laminage, j'ai pris le parti de faire laminer l'argent dont j'ai eu besoin sous forme de lames, entre deux lames d'argent pur. Ce n'est qu'en altérant les surfaces de deux lames qui touchent le cylindre des laminoirs que je suis parvenu à soustraire la lame interne à la présence de tout métal étranger. Les lames d'argent employées à la synthèse du sulfure de ce métal, et à quelques-unes des synthèses du chlorure d'ar-

gent, ont été obtenues ainsi. L'argent laminé a été encore rougi dans de l'air et enfermé très-chaud dans des flacons bouchés à l'émeri.

J'ai cru pendant longtemps qu'après m'être donné toutes les peines que je viens d'indiquer, j'étais parvenu à me procurer de l'argent absolument pur. Une expérience est venue me détromper. En opérant une synthèse de l'azotate d'argent sur environ 400 grammes de ce métal, j'ai constaté encore la présence de quelques traces de silicium, mais ne dépassant guère $\frac{2}{100000}$mes.

SYNTHÈSE DU CHLORURE D'ARGENT.

J'ai déterminé le rapport porportionnel entre l'argent et le chlore :

1° En brûlant directement ce métal dans le chlore, comme M. Dumas l'a pratiqué déjà;

2° En dissolvant l'argent dans l'acide azotique, précipitant l'azotate formé par l'acide chlorhydrique gazeux amené près de la surface de la solution, évaporant le tout dans le vase même et fondant le chlorure produit dans une atmosphère d'acide chlorhydrique remplacé ensuite par de l'air;

3° En dissolvant l'argent dans l'acide azotique, précipitant par de l'acide chlorhydrique dissous, lavant le précipité par de l'eau acidulée par l'acide azotique, fondant le chlorure dans une atmosphère d'acide chlorhydrique et en évaporant, à l'abri du contact de l'air, tous les liquides pour recueillir le chlorure entraîné ou dissous;

4° En dissolvant l'argent dans l'acide azotique, précipitant l'azotate par une solution de sel ammoniac pur, lavant le chlorure à l'eau acidulée, le fondant ensuite dans une

atmosphère d'acide chlorhydrique; et évaporant, à l'abri du contact de l'air, toutes les eaux de lavage, après y avoir fait passer un courant de chlore destiné à détruire l'azotate d'ammoniaque formé et l'excès de sel ammoniac employé, pour recueillir le chlorure entraîné ou dissous.

Ces méthodes qui, d'ailleurs, ont déjà été employées, ont fourni, toutes, la composition généralement admise pour le chlorure d'argent. Elles présentent des causes d'erreurs que je vais indiquer en exposant les résultats donnés par chacune d'elles.

1° *Synthèse du chlorure d'argent par l'action du chlore sur l'argent chauffé au rouge sombre.*

Pour effectuer la combustion de l'argent dans le chlore, j'ai pris un tube de verre de Bohême, courbé de telle manière que l'argent en blocs ou en lames, qui y était contenu, se trouvait dans une partie très-faiblement inclinée, et que le chlorure, à mesure de sa formation, arrivait, en passant par le chlore, dans une partie horizontale servant de récipient. Cette partie horizontale se redressait légèrement, afin d'éviter la perte du chlorure. Le tube et l'argent étaient pesés séparément. Toute la partie du tube destinée à être chauffée était engagée dans une gaîne de tôle remplie de magnésie pure. Cette gaîne n'a été chauffée au rouge sombre que lorsque le chlore pur et sec qui traversait le tube s'était dégagé assez longtemps pour être privé aussi complétement que possible d'oxygène.

La chloruration complète de cent grammes environ d'argent a exigé un courant lent et non interrompu de chlore *pendant quinze heures au moins*. Encore faut-il les précautions les plus grandes pour qu'aucune trace d'ar-

gent n'échappe à l'action du chlore. Aussi, sur cinq expériences que j'ai faites, deux ont-elles échoué, parce que des parcelles d'argent entraînées par le chlorure fondu étaient restées non attaquées.

La synthèse du chlorure d'argent par cette voie comporte trois causes d'erreurs ou d'incertitudes. La première c'est l'entraînement du chlorure d'argent par le courant de chlore. L'ayant reconnu dans une première expérience, j'ai essayé d'obvier à cet inconvénient en faisant arriver sur l'argent tout juste la quantité de chlore susceptible d'être absorbée. Je ne puis faire comprendre sans dessin la disposition de l'appareil que j'ai imaginé à cet effet; je le donne dans mon mémoire.

Le deuxième inconvénient, c'est le pouvoir absorbant du chlorure fondu pour le chlore. A l'effet d'annuler cette cause d'erreur, j'ai fait passer, dans une expérience, un courant d'air, et, dans deux autres, un courant d'acide carbonique sec sur le chlorure fondu, mais lorsque j'avais déjà constaté le poids du chlorure formé.

Enfin, la troisième cause d'erreur, c'est l'attaque du tube en verre par le chlorure d'argent, maintenu longtemps en fusion en contact avec lui. Il se produit ainsi un chlorure alcalin qui se volatilise dans le courant de chlore. Je ne suis pas parvenu à m'assurer si cette attaque se fait avec dégagement d'oxygène ou de chlore. Mais l'augmentation du poids du tube est un fait constant.

Somme toute, cette méthode qui, au premier abord, paraît si simple, laisserait des doutes légitimes dans l'esprit, si les résultats qu'elle fournit n'étaient pas confirmés par ceux obtenus à l'aide d'autres méthodes.

Voici le résultat des trois expériences que je suis parvenu à mener à bonne fin.

Synthèse du chlorure d'argent par la combustion de l'argent dans le chlore sec.

Nos D'ORDRE.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids dans l'air du chlorure d'arg^t. fondu dans le chlore.	Poids dans le vide du chlorure d'argent fondu dans le chlore.	Poids dans l'air du chlorure d'argent fondu dans un faible courant d'acide carbonique.	Poids dans le vide du chlorure d'argent après l'élimination du chlore dissous.	100,000 D'ARGENT produisent :	
							A. Chlorure saturé de chlore.	B. Chlorure dépouillé de chlore dissous.
I.	gr. 91,4655	gr. 91,462	gr. 121,497	gr. 121,5058	gr. 121,4905	gr. 121,4993	132,848	132,841
II.	69,870	69,86735	92,820	92,8273	92,8075	92,8145	132,861	132,843
III.	101,523	101,519	134,867	134,877	134,851	134,861	132,859	132,843

II° *Synthèse du chlorure d'argent en dissolvant l'argent dans l'acide azotique, précipitant l'azotate formé par l'acide chlorhydrique gazeux amené à la surface de la solution, évaporant le tout dans le vase même et fondant le chlorure dans une atmosphère d'acide chlorhydrique, remplacé ensuite par un courant d'air.*

Presque toutes mes synthèses de chlorure, d'azotate, d'argent et de plomb, ont été faites dans le même appareil; mon mémoire en donnera le dessin; je vais le décrire ici en quelques mots : cet appareil se compose d'un ballon ou d'un matras de verre de Bohême de capacité convenable, suivant la quantité de métal à dissoudre, sur le goulot duquel est adapté un flacon de même verre, dont le fond est enlevé. A l'ouverture étroite de ce flacon, j'ajuste hermétiquement un système de tube à boules servant au lavage des gaz qui les traversent, afin d'y retenir l'azotate entraîné par les vapeurs nitreuses, lors de la dissolution du métal. Le tube à boules a une branche verticale qui vient se rendre dans un petit ballon contenant de l'eau : on retient ainsi jusqu'à la dernière trace du métal entraîné.

Afin de pouvoir attacher convenablement le ballon à la balance, j'y fixe un système de suspension fait en gros fils de platine, qui, pendant l'expérience, sont soustraits à l'action des acides.

Le ballon, avec le flacon dont il est muni, étant pesé, et la pesée vérifiée le lendemain, *précaution que j'ai prise dans toutes mes synthèses*, j'y introduis l'argent en petits barreaux, ensuite j'y verse l'acide azotique qui vient d'être distillé à l'instant même. Je tiens le col du ballon presque horizontal, j'y adapte le flacon avec le système du tube,

contenant dans ses boules une quantité convenable d'eau pure, et je fixe le tout dans cette position. Le ballon bien garanti est chauffé dans un bain d'air. Pendant la dissolution du métal, je veille à ce que la température ne s'élève jamais au-dessus de 50° à 60°, sans cela une réaction trop vive s'établit, et, quelques précautions que l'on prenne, de l'argent est entraîné au travers du système de condensation. Trois à quatre cents grammes d'argent à dissoudre dans l'acide azotique à 40° ou même à 25° Baumé exigent au *minimum* de trente-six à quarante-huit heures d'action.

Lorsque la dissolution est opérée, je sépare le tube à boules et le flacon du ballon, tout en maintenant celui-ci dans sa position primitive, c'est-à-dire le col presque horizontal; j'y amène un courant lent d'acide chlorhydrique, en continuant ce courant tant que le liquide, mis en mouvement par la rotation du ballon, se trouble. Arrivé là, j'engage aussi profondément que possible le col du ballon dans le goulot d'un récipient; j'incline alors légèrement tout le système, de manière à ce que les vapeurs qui se condensent dans le col ne puissent retourner à leur source. Je chauffe à l'aide d'un bain d'air le liquide du ballon à une température voisine, mais continuellement au-dessous de son point d'ébullition. Lorsque presque tout le liquide s'est volatilisé, j'amène de nouveau de l'acide chlorhydrique à l'état de gaz dans le ballon, sans le laisser refroidir, en maintenant toujours sa position inclinée. Il se produit immédiatement des vapeurs rutilantes, qui sont remplacées bientôt par du gaz acide chlorhydrique pur; j'évapore ainsi jusqu'à siccité complète, et je chauffe le chlorure à son point de fusion.

Il m'est arrivé très-souvent de peser le chlorure séché à son point de fusion, pour m'assurer de la quantité d'azotate

d'argent qu'il retient lorsqu'il est précipité d'une solution concentrée de ce sel. Cette quantité a été très-variable, mais sa présence a été constante. Pour me mettre à l'abri de l'augmentation de poids qui en résulte, j'ai rempli le ballon d'acide chlorhydrique, et j'ai amené et maintenu le chlorure en fusion aussi longtemps que des vapeurs d'un jaune orange ont apparu ; mais en prenant la précaution de ne pas élever le chlorure au delà de son point de fusion, pour ne pas altérer le verre et décomposer le chlorure lui-même. Arrivé à ce point, j'ai remplacé, à chaud, l'atmosphère d'acide chlorhydrique par de l'air sec.

Depuis le moment de sa formation jusqu'après sa pesée, le chlorure d'argent a été soustrait complétement à l'action de la lumière; aussi, dans ces expériences, le chlorure d'argent a-t-il été d'un blanc de perle. Rarement le ballon était attaqué, tout au plus remarquait-on par-ci par-là quelques taches d'un jaune brun sur le verre. L'opération terminée, le ballon est muni du flacon qui lui sert de bouchon. Afin d'empêcher l'air humide d'y pénétrer pendant le refroidissement, j'adapte au flacon un tube à chlorure de calcium. Après le refroidissement complet, je lave le ballon à l'eau, et, après l'avoir essuyé, je le suspends au plateau de la balance, et je l'abandonne pendant plusieurs heures à lui-même.

Tout le liquide acide qui s'est volatilisé a toujours été évaporé une seconde fois dans une capsule de porcelaine, pour rechercher dans le résidu la présence de l'argent, qui y a été constante. Lorsqu'il a été réduit au vingtième de son volume, j'y ai ajouté le contenu ainsi que les eaux de lavage du tube à boules et du ballon, au travers desquels avaient passé les gaz provenant de l'attaque de l'argent. Le chlorure obtenu de cette manière a été pesé à part.

Deux causes d'erreurs peuvent affecter le résultat, mais elles agissent en sens inverse. L'une d'elles peut amener une augmentation de poids provenant de l'impureté des acides ou de l'attaque des vases : j'ai dit suffisamment, dans l'introduction, comment je me suis mis à l'abri de cette cause d'erreur : je crois pouvoir répondre qu'elle n'existe pas. Il est probable, au contraire, qu'il y a une très-légère perte de poids provenant de l'entraînement du chlorure d'argent par les vapeurs chloroazotiques qui se produisent, lors de la fusion de ce corps, dans une atmosphère d'acide chlorhydrique, pour éliminer l'azotate d'argent : soit que cet azotate existe dans le précipité formé au sein d'une solution concentrée d'argent dans l'acide azotique, soit qu'il ait pris naissance par l'action même de l'acide azotique sur le chlorure, pendant l'évaporation du liquide acide.

Voici le résultat des deux expériences faites par cette méthode :

Synthèses du chlorure d'argent.

Nos D'ORDRE.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide	Poids du chlorure d'argent provenant de l'argent entraîné lors de la dissolution du métal et de l'évaporation des liquides.	Poids dans l'air du chlorure d'argent fondu dans le gaz acide chlorhydrique.	Poids total du chlorure d'argent réduit au vide	100,000 d'argent produisent chlorure d'argent
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
IV.	108,553	108,549	0,0345	144,162	144,207	132,849
V.	399,667	399,651	0,0940	530,787	530,920	132,846

III°. *Synthèse du chlorure d'argent, en dissolvant l'argent dans l'acide azotique, précipitant la solution par l'acide chlorhydrique en léger excès, lavant le précipité, fondant le chlorure dans le gaz acide chlorhydrique et évaporant, tous les liquides à l'abri du contact de l'air, pour recueillir le chlorure entraîné ou dissous.*

La dissolution de l'argent a été faite dans un appareil identique à celui précédemment décrit. Le contenu du tube à boules et du ballon servant à la condensation de l'azotate entraîné par les gaz, ainsi que les eaux de lavage de ces deux appareils, ont été ajoutés au liquide du ballon. *Après le refroidissement complet du liquide*, j'ai porté le ballon dans une chambre obscure, j'y ai introduit de l'acide chlorhydrique en léger excès, et j'ai fait agiter le chlorure formé, au moins pendant vingt minutes, pour le diviser et pour transformer autant que possible tout l'azotate en chlorure. Au bout de ce temps, le liquide du ballon a été chauffé jusqu'à 100°. Sous l'influence de la chaleur, il s'est complétement éclairci, et le chlorure s'est fortement contracté. Le lendemain, j'ai décanté le liquide avec les plus grandes précautions. Le ballon, tout en restant incliné, a été chauffé dans un bain jusqu'à 100°; le chlorure a laissé découler ainsi une nouvelle quantité de liquide très-limpide. J'ai versé ensuite dans le ballon de l'eau bouillante très-légèrement acidulée par de l'acide azotique; j'ai fait agiter le chlorure pour le diviser de nouveau. Le lendemain, la liqueur, devenue limpide, a été décantée encore; le ballon, placé dans une position très-inclinée, a été chauffé, et tous les liquides produits par la contraction du chlorure, sous l'influence de la chaleur, ont été décantés et ajoutés aux eaux précédentes. Le chlorure a

été séché complétement, puis fondu dans une atmosphère d'acide chlorhydrique qui, dès que la fusion commence, en élimine à l'instant des vapeurs chloroazotiques. L'atmosphère d'acide chlorhydrique a été ensuite remplacée par de l'air pur et sec. Le chlorure obtenu était d'un blanc de perle.

Toutes les eaux décantées et le liquide provenant de la dessiccation du chlorure sont évaporés. Dans l'essai que j'ai fait ainsi sur 99gr,9925 d'argent, le volume total de ces liquides comptait 2510 centimètres cubes. Soumis à l'évaporation, ils ont laissé un résidu du poids total de 0gr,0065, contenant 0gr,0055 de chlorure d'argent. Le restant se composait de traces de chlorure de cuivre et de chlorures alcalins et terreux.

Cette expérience a donné les résultats suivants :

Synthèse du chlorure d'argent.

Nos D'ORDRE.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids du chlorure d'argent provenant de l'évaporation des eaux de lavage.	Poids dans l'air du chlorure d'argent fondu dans le gaz acide chlorhydrique.	Poids total du chlorure d'argent réduit au vide.	100,000 d'argent produisent chlorure d'argent.
VI.	gr. 99,9965	gr. 99,9925	gr. 0,00055	gr. 132,825	gr. 132,8382	132,848

IVo *Synthèse du chlorure d'argent, en dissolvant le métal dans l'acide azotique, précipitant la solution par le chlorure d'ammonium, lavant le précipité et fondant le chlorure dans le gaz acide chlorhydrique.*

Cette détermination a été faite absolument dans les mêmes conditions que la précédente, avec cette différence que l'acide chlorhydrique a été remplacé par le sel ammo-

niac et que les eaux de lavage et de dessiccation du chlorure, avant d'être évaporées, ont été soumises à un courant de chlore pour détruire l'excès du sel ammoniac et le nitrate d'ammoniaque formé. Leur évaporation m'a laissé une notable quantité de chlorure.

Une synthèse faite par ce moyen, à l'aide de l'argent préparé par l'acétate, m'a donné le résultat suivant :

POIDS de l'argent dans l'air.	POIDS de l'argent réduit au vide.	POIDS du chlorure d'arg' provenant du métal entraîné et dissous par les eaux de lavage.	POIDS TOTAL du chlorure dans l'air.	POIDS du chlorure réduit au vide.	CHLORURE d'argent produit par 100,000 de ce métal.
gr. VII. 98,3175	gr. 98,3140	gr. 0,0360	gr. 130,5925	gr. 130,602	132,8417

Ainsi mes synthèses du chlorure d'argent ont donné les résultats suivants :

I. Par la combustion de l'argent dans le chlore	100,000 d'argent.	1° 132.841 2° 132.843 3° 132.843
II. Par la précipitation de l'argent par l'acide chlorhydrique, sans lavage du chlorure.		4° 132.849 5° 132.846
III. Par la précipitation de l'argent par l'acide chlorhydrique, avec lavage du chlorure.		6° 132.848
IV. Par la précipitation de l'argent par le sel ammoniac et lavage du chlorure		7° 132.8417
	MOYENNE.	132.8445

Comme la sixième détermination, dans laquelle une augmentation de poids est impossible, a donné pour

100,000 d'argent 132,848 de chlorure, je considère la moyenne de 132,8445 comme étant au-dessous de la réalité, et je pense que l'on peut admettre, en restant dans la limite de l'expérience, que 100,000 d'argent produisent 132,850 de chlorure. D'où il résulte que le rapport proportionnel de l'argent et du chlore est comme 100,000 : 32,850.

SYNTHÈSE DE L'AZOTATE D'ARGENT.

Afin de déterminer *le nombre proportionnel de l'argent en rapport de l'azotate de ce métal,* j'ai effectué la synthèse de l'azotate d'argent, qui déjà a été faite successivement par MM. Turner, Penny et de Marignac.

J'ai exécuté ces synthèses dans des vases de verre de Bohême et dans une cornue de platine. J'ai pris, à cet effet, toutes les dispositions indiquées à l'occasion de la synthèse du chlorure d'argent, pour retenir, lors de la dissolution du métal, l'azotate d'argent mécaniquement entraîné par les gaz nitreux; sauf, toutefois, dans un seul cas, où j'ai pratiqué la dissolution, l'évaporation et la fusion dans une cornue de platine, et où il m'a été impossible de faire passer les gaz au travers d'un liquide pour les dépouiller de la solution d'argent en suspension. Je me suis servi de vases de nature différente pour étudier l'influence que pouvait exercer l'azotate fondu sur le verre.

La solution de l'argent étant effectuée, ce qui a lieu au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, suivant la quantité de métal employée, j'incline et j'engage le col du ballon dans un récipient, et je procède à l'évaporation complète de la solution. A cet effet, je porte le ballon à une température voisine, mais toujours au-dessous du point d'ébullition du liquide qu'il renferme, ce qui exige

de deux à trois fois vingt-quatre heures. Arrivé à ce résultat, j'élève la température du nitrate à son point de fusion, et je l'y maintiens jusqu'à ce que son poids soit constant, ce qui est parfois fort long. Pour activer cette dessiccation, et surtout pour chasser les traces d'acide azotique que le sel retient, je fais passer dans le vase un courant d'air, privé d'abord de matières organiques par son passage à travers un tube de verre de Bohême chauffé au rouge et contenant du cuivre grillé, et desséché ensuite par du chlorure de calcium. J'ai été obligé de faire passer le courant d'air au travers d'une longue colonne d'oxyde de cuivre rougi, avant de le faire dessécher, parce que j'ai constaté que l'air de mon laboratoire, ou même l'air extérieur, simplement filtré au travers du coton et séché ensuite, réduit lentement, mais d'une manière continue, l'azotate d'argent chauffé à son point de fusion, et plus promptement encore à l'état fondu, avec élimination d'acide azotique.

Lorsque le poids de l'azotate d'argent était parfaitement constant, et que j'avais constaté ce poids, j'élevais de nouveau la température pour fondre le sel, et je le maintenais en fusion, dans un courant d'air privé de matières organiques et d'eau, jusqu'à ce que son poids fût devenu absolument constant. Dans plusieurs expériences, j'ai maintenu à l'état fondu près de cinq cents grammes d'azotate, depuis huit heures du matin jusqu'à dix heures du soir, sans diminuer en rien son poids.

Malgré la fixité de poids de l'azotate fondu, j'ai voulu m'assurer si ce sel ne perd rien lorsqu'on le fond de nouveau dans le vide. J'ai constaté ainsi que le sel fondu ne possède pas de tension appréciable, et qu'après avoir extrait l'air à cinq reprises et l'avoir remplacé chaque fois par de l'air pur, le ballon qui renfermait $472^{gr},416$ d'azotate n'avait rien perdu de son poids.

Comme l'azotate fondu est un sel très-légèrement hygrométrique, propriété que le sel cristallisé ne paraît pas présenter, j'ai muni le ballon, pendant le refroidissement, d'un tube de chlorure de calcium ou de ponce acide pour empêcher l'accès de l'humidité. Hors de là, le ballon était hermétiquement bouché, sauf seulement pendant la pesée. Alors le bouchon plein qui fermait le goulot du flacon servant lui-même de fermeture au ballon, était remplacé par un autre bouchon, muni d'une légère rainure, par laquelle l'air du ballon se mettait en équilibre de pression avec l'air extérieur.

L'azotate obtenu dans toutes les expériences où je me suis servi d'air purifié, était tout à fait *incolore* à l'état fondu, et d'un blanc nacré, à cassure rayonnée, à l'état solidifié : il était toujours neutre au tournesol.

Des *huit* synthèses que je donne plus bas, *quatre* ont été faites dans des ballons de verre de Bohême, *deux* dans des cornues de même verre, munies d'un récipient rodé à la cornue et d'un tube recourbé également rodé au récipient pour retenir l'argent entraîné. Les *deux* dernières, VII et VIII, ont été exécutées dans le platine. Pour le n° VII, la dissolution du métal lui-même a été faite dans la cornue de platine. Dans cette expérience, je n'ai pas pu faire passer les gaz, produits lors de la dissolution de l'argent dans l'acide azotique, au travers d'un liquide pour retenir le métal entraîné. Cette synthèse est donc nécessairement fautive. Dans la VIIIme expérience l'argent a été dissous dans un appareil en verre, et la solution, avec les eaux de lavage des appareils, a été évaporée dans la cornue de platine. L'azotate y a été desséché, fondu et maintenu en fusion pendant six heures. Les deux opérations faites dans le platine m'ont permis d'apprécier combien est manifeste l'action de l'air du laboratoire sur l'azotate d'argent

fondu. J'ai eu beaucoup de peine à empêcher sa décomposition par les matières organiques. L'identité du résultat obtenu dans l'expérience VIII avec le résultat fourni dans les expériences I, II, III, IV, V et VI, montre que l'azotate d'argent peut être fondu dans le verre sans l'attaquer ni se décomposer. D'ailleurs, j'ai toujours constaté directement, pour chaque expérience faite dans le verre, que le poids du ballon était identiquement le même, après comme avant la synthèse : tout au plus remarquait-on une augmentation de poids de *trois* à *quatre* milligrammes, due à de l'acide silicique déposé contre la paroi et provenant du silicium de l'argent.

J'ai dit plus haut que l'azotate simplement desséché à son point de fusion perd encore de son poids lorsqu'on vient à le fondre. La différence atteint en moyenne *un douze mille cinq centième de son poids.*

L'azotate d'argent cristallisé pur, desséché pendant six mois sous une cloche avec de l'acide sulfurique concentré, a perdu, dans un essai exécuté sur une assez grande échelle, *un quatre millième* de son poids par la fusion. Ce sel, qui serait considéré par tous les chimistes comme anhydre, perd donc trois fois autant d'eau que le sel obtenu dans la synthèse directe et séché à son point de fusion. Il me paraît d'ailleurs probable que toute la perte éprouvée par le sel cristallisé, lors de la fusion, ne doit pas être attribuée à de l'eau dégagée; il se peut que l'air condensé par les petites lames cristallines y intervienne pour une part.

Quoique je croie donc plus rationnel de considérer comme défini l'azotate fondu, je donne, dans le tableau qui suit, le poids du sel dans les deux cas. D'ailleurs, pour l'une ou l'autre hypothèse, les résultats s'accordent dans des limites extraordinairement étroites, et présentent un ensemble qui ne permet pas deux interprétations.

Synthèses de l'azotate d'argent.

Nos D'ORDRE.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids de l'azotate d'argent entraîné par les gaz.	Poids total de l'azotate d'argent desséché à son point de fusion : A. Dans l'air.	Poids total de l'azotate d'argent desséché à son point de fusion : B. Réduit au vide.	Poids total de l'azotate d'argent maintenu en fusion jusqu'à poids constant : A. Dans l'air.	Poids total de l'azotate d'argent maintenu en fusion jusqu'à poids constant : B. Réduit au vide.	Azotate d'argent produit par 100,000 de métal : A. D'après le poids du sel desséché à son point de fusion.	Azotate d'argent produit par 100,000 de métal : B. D'après le poids du sel maintenu en fusion jusqu'à poids constant.
				PREMIÈRE SÉRIE.					
				Synthèses faites dans le verre de Bohême.					
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
I.	77,2715	77,2684	0,0155	121,6755	121,6919	121,6585	121,6749	157,492	157,474
II.	99,9965	99,9925	0,0085	157,4815	157,5025	157,4565	157,4770	157,510	157,481
III.	199,994	199,986	0,0860	314,927	314,969	314,891	314,933	157,485	157,477
IV.	300,007	299,996	0,0105	472,3665	472,4303	472,3395	472,403	157,476	157,471
V.	300,011	300,000	0,0130	472,369	472,432	472,348	472,411	157,478	157,470
VI.	404,972	404,997	0,0000	637,605	637,755	637,563	637,713	157,471	157,463
				SECONDE SÉRIE.					
				Synthèses faites dans le platine.					
VII.	200,008	200,000	0,0000	314,888	314,921	314,859	314,901	157,460	157,450
VIII.	200,008	200,000	0,0000	314,946	314,977	314,908	314,938	157,488	157,469
							Moyenne (1).	157,4857	157,472

(1) Le résultat de la VIIe synthèse étant inexact, par le motif que j'ai indiqué dans le texte, je n'en ai pas tenu compte dans le calcul de la moyenne.

SYNTHÈSE DU SULFURE D'ARGENT.

Jusqu'ici, il n'y a que M. Dumas qui ait tenté de faire la synthèse du sulfure d'argent.

Pour déterminer le rapport proportionnel de ses éléments, il a sulfuré directement l'argent par du soufre pur qu'il faisait passer en excès, à l'état de vapeur, sur le métal chauffé au rouge. Le rapport moyen qu'il a obtenu est celui qui résulte du principe de Prout. En suivant cette méthode, j'ai fait deux séries d'expériences : la première, comprenant trois synthèses, par du soufre pur amené en excès, à l'état de vapeur, sur le métal chauffé au rouge sombre dans un tube de verre de Bohème entouré de magnésie, pour le soustraire à l'action de la flamme du gaz; dans la deuxième, j'ai remplacé le soufre par de l'acide sulfhydrique pur et sec. Dans l'un et l'autre cas, j'ai chassé l'excès de soufre par un courant d'acide carbonique pur et sec.

Comme, dans un premier essai, j'avais constaté, tantôt la formation de traces d'acide sulfureux, tantôt la formation d'acide sulfhydrique, j'ai soupçonné la présence de l'oxygène et de l'acide chlorhydrique dans l'acide carbonique que je préparais avec l'acide chlorhydrique et le marbre, et que je faisais passer d'abord au travers d'une bouillie de bicarbonate de soude, ensuite au travers de tubes remplis de chlorure de calcium. J'ai donc pris le parti de faire passer l'acide carbonique, avant de le sécher complétement :

1° Au travers d'une bouillie de bicarbonate de soude;

2° Sur du bicarbonate de soude sec contenu dans deux tubes en U;

3° Au travers d'un tube de verre de 90 centimètres de

longueur, chauffé au rouge sur toute sa longueur, et rempli, dans sa première moitié, de cuivre réduit par l'hydrogène, et, dans la seconde, d'un mélange d'oxyde de cuivre et de cuivre réduit par l'hydrogène.

L'appareil à dégagement d'acide carbonique se terminait par deux tubes en U, remplis de chlorure de calcium et suivis de deux autres contenant de la ponce sulfurique.

Les causes d'erreurs que j'avais soupçonnées étaient réelles; en effet, quoique j'eusse pris la précaution de laisser dégager l'acide carbonique, pendant *trois* heures, avant de chauffer le tube à cuivre et à oxyde de cuivre, j'ai vu des traces non équivoques d'oxydation du métal sur une longueur de cinq à six centimètres, lorsque j'ai chauffé le tube au rouge sombre; et de plus, j'ai vu se former une quantité très-notable de sous-chlorure de cuivre, preuve évidente que le courant de gaz entraînait avec lui des traces d'oxygène et d'acide chlorhydrique. Comme j'ai déterminé un courant lent d'acide carbonique, j'espère avoir éliminé complétement les causes d'erreurs que je viens de signaler. Mais si j'avais à recommencer ces synthèses, je remplacerais l'acide carbonique par de l'azote, qu'il est si facile d'obtenir pur à l'aide de l'air et du cuivre réduit par l'hydrogène et chauffé au rouge.

L'argent employé dans mes expériences avait été laminé entre deux lames d'argent pur. Le sulfure d'argent formé était admirablement cristallisé. Pour être bien certain du résultat, j'ai pesé deux fois le sulfure d'argent : une première fois, lorsqu'il avait été chauffé au rouge très-sombre dans le courant d'acide carbonique, et une seconde fois, après l'avoir chauffé, dans le même courant, au point de déterminer le ramollissement du verre et la fusion d'une partie du sulfure d'argent.

Dans les deux cas, le poids du sulfure a été absolument le même. La pesée du sulfure produit a été faite, sur les cinq expériences, *trois* fois dans l'air et *deux* fois dans le vide. Les résultats sont tellement concordants qu'on a peine à se figurer qu'il soit possible d'arriver à une pareille précision dans une expérience. Aussi, malgré les préventions que j'avais conçues contre mes premières synthèses, à cause du désaccord qu'elles présentent avec celles de M. Dumas, je ne conserve aucun doute sur l'exactitude de ces déterminations.

Voici les données de ces cinq expériences :

Synthèses du sulfure d'argent.

Nos d'ordre.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids apparent du sulfure d'arg.	Poids du sulfure réduit au vide.	Sulfure d'argent produit par 100,00 de ce métal :
	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	59,425	59,4225	68,247	68,24823	114,854
II.	104,143	104,139	119,606	119,6078	114,853
III.	191,917	191,9094	220,412	220,4158	114,854
IV.	150,0058	150,000	* 172,287	172,2765	114,851
V.	249,061	249,076	* 286,078	286,061	114,849
				Moyenne . . .	114,8522

* Les pesées du sulfure marqué d'un astérisque ont été faites dans le vide.

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'ARGENT ET LE CHLORURE DE POTASSIUM, LE CHLORURE DE SODIUM ET LE CHLORURE D'AMMONIUM.

La détermination du rapport proportionnel entre ces quatre corps peut se faire avec une telle exactitude, que si on parvient à acquérir la conviction ou la certitude que les corps mis en expérience sont purs, le résultat obtenu doit être considéré comme presque absolument exact. J'avais donc, dans ces déterminations, un moyen infaillible de soumettre la loi de Prout à une épreuve décisive, irrévocable. J'ai mis, en conséquence, tous les soins imaginables pour me procurer ces chlorures purs. A cet effet, j'ai eu recours aux forces physiques et chimiques pour en séparer les corps qui pourraient y être combinés ou mêlés d'une manière plus ou moins stable. Afin de contrôler les résultats les uns par les autres, j'ai répété les déterminations un si grand nombre de fois, que je doute fort qu'il existe, dans les annales des sciences chimiques, un exemple d'un effort plus considérable pour arriver à la découverte de la vérité. J'ai consacré une année de travail à ces expériences qui, en apparence, semblent si simples.

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'ARGENT ET LE CHLORURE DU POTASSIUM.

Je vais exposer le plus brièvement possible tous les moyens que j'ai employés pour me procurer du chlorure de potassium. Cette exposition est fastidieuse; mais elle me paraît tout à fait indispensable, parce que j'attache une haute importance à la détermination du rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure du potassium.

I. *Chlorure de potassium du chlorate de potasse.* — Le chlorate de potasse le plus pur qu'on puisse obtenir à l'aide de la voie de la cristallisation répétée contient toujours du fer, du manganèse, de la silice et parfois de l'alumine et du cuivre. M. de Marignac a déja constaté la difficulté de séparer le fer du chlorate et du perchlorate.

Pour arriver à l'élimination de ces matières étrangères, j'ajoute à une solution filtrée et bouillante de chlorate, rendue alcaline par la potasse pure, quelques gouttes de solution de sulfure de potassium. Après un quart d'heure d'ébullition, je filtre le liquide bouillant et j'y ajoute, tout en le maintenant en ébullition, une nouvelle quantité de sulfure de potassium. Si, à la première addition du sulfure alcalin, j'ai maintenu le liquide assez longtemps en ébullition, il ne se produit plus la moindre coloration à l'addition suivante. Arrivé à ce résultat, je refroidis brusquement la solution, afin d'obtenir le sel sous forme de poussière cristalline. La bouillie est introduite dans un appareil à déplacement, dont le bas est bouché par un tampon de linge, lavé à l'eau alcaline d'abord et ensuite à l'eau acide. Cet appareil est appliqué, à l'aide d'un tube de caoutchouc, sur un réservoir mis en communication avec une pompe pneumatique. Quelques coups de pompe éliminent à l'instant l'eau mère, et le sel paraît sec. Je l'arrose ensuite d'eau pure, petit à petit, tout en faisant agir la pompe, jusqu'à ce que le liquide qui s'échappe par le bas ne présente plus de réaction alcaline, ne précipite plus et ne se colore plus par l'azotate d'argent. La purification ainsi faite exige très-peu d'eau de lavage. Deux kilogrammes de chlorate du commerce donnent, du premier coup, de sept à huit cents grammes de sel complétement dépouillé de fer, de cuivre et de chlorure, mais

il retient toujours de la silice et parfois de l'alumine. Je le redissous ensuite, à trois reprises différentes, dans de l'eau pure, en ayant chaque fois la précaution de refroidir brusquement la solution et d'éliminer l'eau mère dans l'appareil à déplacement, sous l'influence de quelques coups de pompe.

Le chlorate ainsi obtenu et desséché, je le décompose dans une cornue de platine, par une *chaleur ménagée*. Il se dégage des traces de chlore, et il se produit un chlorure sans la moindre réaction alcaline. En employant le chlorate obtenu par la voie de la cristallisation seule, qui, par conséquent, retient au moins du manganèse, du fer et de la silice, on obtient un dégagement de chlore plus prononcé et un chlorure à réaction alcaline. Le chlorate le plus pur, en se décomposant, produit d'ailleurs un dégagement très-notable de chlore, lorsqu'on ne ménage pas assez la chaleur.

Comme le chlorure ainsi obtenu renferme encore des traces de silice et parfois de l'alumine, il s'agit de les séparer. Voici les différents moyens auxquels j'ai eu recours pour atteindre ce résultat.

Je fonds le chlorure dans un creuset de platine renfermé dans un second creuset. Je promène ensuite dans le liquide un fil de platine recourbé, autour de la courbure duquel j'ai attaché une pelote en fil fin de platine. Je ramasse ainsi toutes les matières en suspension. Lorsqu'il n'y a plus de points brillants, car c'est sous cette forme que se présentent la silice et l'alumine dans les chlorures fondus, je laisse refroidir lentement les creusets. Une partie du chlorure étant solidifiée, je décante et je fais passer au travers de la masse solide ce qui est resté liquide. J'opère donc une véritable filtration du chlo-

rure fondu au travers des cristaux de cette même matière.

Le chlorure reçu dans un vase de platine et solidifié se présente sous forme d'une masse vitreuse, incolore, parfaitement homogène, ou sous la forme d'une masse cristalline offrant une texture cubique, suivant que le refroidissement s'est opéré rapidement ou lentement. Sous ces deux formes, il possède une pesanteur spécifique sensiblement différente.

Je ne me suis servi de ce chlorure pour les déterminations que lorsqu'une partie reprise par de l'eau produisait un liquide neutre au tournesol et d'une *limpidité absolue*, ce qui, je l'avoue, est très-rare.

Les résultats inscrits sous les n^os^ I et II (2me série) proviennent de *deux échantillons différents* de chlorure obtenu de cette manière.

Ce chlorure ainsi purifié a été dissous dans l'eau pure contenue dans une capsule de platine. Après un long repos, la solution, tout à fait limpide, a été décantée dans une cornue de platine et additionnée de chlorure d'ammonium obtenu par la combinaison directe de l'ammoniaque et de l'acide chlorhydrique purs à l'état de gaz. Le mélange a été évaporé jusqu'à siccité. Le résidu, bien séché, a été introduit par petites parties à la fois dans un creuset de platine, contenu dans un second, et a été fondu. Après un refroidissement, la partie du chlorure qui était restée liquide a été filtrée au travers de la masse cristalline produite.

Le chlorure de potassium ainsi préparé a toujours été parfaitement incolore, homogène. Dissous dans l'eau, sa solution a été d'une limpidité absolue et tout à fait neutre au tournesol.

Les n°s III, IV et IX dont la pesée a été faite dans le vide,

se rapportent à deux échantillons différents de ce chlorure.

Quoique ces chlorures aient fourni des résultats si concordants, ils pouvaient néanmoins contenir des chlorures différents. J'ai essayé de m'en assurer par deux voies distinctes : premièrement, en ramenant une partie de ces chlorures par la voie de la cristallisation de sa solution dans l'eau pure en quatre parties successivement décroissantes; et, secondement, en faisant agir sur le chlorure une force chimique, c'est-à-dire en l'engageant dans une combinaison parfaitement définie, susceptible d'être bien purifiée.

A cet effet, j'ai saturé environ deux cents centimètres cubes d'eau pure et bouillante, contenue dans un vase de platine, par le chlorure de potassium de la détermination n° IX (2me série), et j'ai déterminé rapidement la cristallisation du chlorure. L'eau mère décantée, additionnée de l'eau de lavage, a été évaporée jusqu'à pellicule et a fourni une deuxième eau mère, qui a été évaporée après l'addition des eaux de lavage jusqu'à pellicule, et a donné une troisième quantité de chlorure. L'eau mère, d'où ce chlorure s'était déposé, a été évaporée jusqu'à siccité. Les quatre échantillons de chlorure, qui étaient en quantités décroissantes, ont été mêlés avec le dixième de leur poids de chlorure d'ammonium pur et soumis ainsi à la fusion.

Tous les chlorures obtenus étaient incolores, et se dissolvaient dans l'eau en produisant un liquide neutre d'une limpidité complète. Les résultats inscrits sous les n°s IX*a*, IX*b*, IX*c*, IX*d* se rapportent à la détermination de ces quatre échantillons du chlorure.

II. *Chlorure de potassium du chloro-platinate de potassium.* — J'ai uni le chlorure de potassium du chlorate au bichlorure de platine, pour le séparer des chlorures qu'il

pourrait contenir et que la voie de la cristallisation ne séparerait pas. Dans ce but, je me suis procuré du platine pur en assez grande quantité. J'ai suivi pour cela la méthode décrite par Berzelius, qui est dispendieuse, puisqu'elle a entraîné avec elle la détérioration complète d'un grand creuset de platine dans lequel j'ai exécuté l'opération. J'ai répété trois fois la purification au lieu de deux, comme l'a prescrit l'illustre chimiste suédois. Le platine ainsi purifié, est beaucoup plus blanc que le métal du commerce. Fondu, il est excessivement ductile et malléable, comme M. Henri Sainte-Claire-Deville l'a constaté tout récemment.

J'ai dissous ensuite ce platine dans de l'eau régale faible, en employant, à cet effet, un ballon de verre de Bohême. Le chlorure, évaporé jusqu'à siccité, a été repris par de l'alcool. J'y ai ajouté ensuite une solution aqueuse de chlorure de potassium du chlorate, en prenant la précaution de laisser beaucoup de platine non précipité. Le chloroplatinate de potassium a été lavé d'abord avec de l'alcool faible contenant du chlorure de platine en solution, et ensuite à l'aide de l'alcool faible et pur. Le chloro-platinate de potassium a été mêlé avec le quart de son poids de chlorure d'ammonium tout à fait pur, et on a calciné au rouge vif dans un creuset de platine. Le résidu a été repris par de l'eau froide et pure, et la *solution a été filtrée au travers de la mousse de platine pure assez fortement chauffée* et placée dans un entonnoir effilé. J'ai pris la mousse de platine comme moyen de filtration, parce que j'ai remarqué que la solution des chlorures alcalins qu'on fait passer par le papier lui enlève toujours des traces de silice.

Afin de me mettre à l'abri de parcelles métalliques qui pourraient être entraînées, j'ai abandonné, pendant vingt-quatre heures au moins, la solution dans un vase de platine au repos absolu. Au bout de ce temps, le liquide a été

décanté avec précaution, mêlé avec du sel ammoniac pur, et évaporé jusqu'à siccité dans un vase de platine. Le mélange est, enfin, fondu dans un double creuset de platine. Le chlorure fondu n'a jamais présenté de traces de points brillants. On peut le décanter jusqu'à la dernière goutte sans y apercevoir un corps étranger quelconque. Solidifié, il est tout à fait incolore; repris par de l'eau, il produit une solution neutre d'une limpidité absolue.

Les n^{os} V et VI (2me série) du tableau se rapportent au chlorure de potassium extrait du chloro-platinate de potassium, et le n° VII au même chlorure, qui a été combiné *deux fois* et séparé *deux fois* par le moyen que je viens d'indiquer.

III. *Chlorure de potassium du nitre.* — Deux échantillons différents de nitre, du poids de deux cent cinquante grammes environ, qui avaient cristallisé au moins une dizaine de fois chacun, et qui étaient privés complétement de fer, de manganèse et de cuivre, etc., ont été mêlés avec une fois et demie leur poids de chlorure d'ammonium pur. Chacun de ces mélanges a été projeté petit à petit dans une grande capsule de platine chauffée au rouge bien décidé. La première partie du mélange attaque assez fortement le vase de platine, mais une fois le fond de la capsule couvert de chlorure alcalin, j'ai pu continuer les additions de mélange sans altérer sensiblement le métal. A chaque addition, il se produit une déflagration. Le chlorure de potassium obtenu est pulvérisé et mêlé à un dixième de son poids de sel ammoniac pur, et de *chloroplatinate d'ammonium.* Le tout est fondu dans un double creuset de platine. Le platine provenant de la décomposition du chloro-platinate d'ammonium entraîne avec lui, au fond du vase, *la silice que le nitre le plus pur contient toujours.* Après un certain temps de repos, on décante le

liquide dans un vase de platine. Le chlorure de potassium obtenu ainsi présente une *teinte violacée* très-prononcée, due à du platine très-divisé interposé.

Pour séparer ce platine, j'ai repris le chlorure par de l'eau froide et pure, et j'ai filtré la solution au travers de la mousse de platine assez fortement chauffée. Le liquide filtré, après vingt-quatre heures de repos, est traité comme je l'ai dit pour le chlorure de potassium extrait du chloroplatinate de potassium.

Les deux chlorures ainsi produits étaient l'un et l'autre tout à fait incolores, neutres au tournesol, et ont produit un liquide absolument limpide avec l'eau froide.

Les déterminations des n°s VIII et X (2me série) se rapportent à ces deux échantillons de chlorure.

Cinquante grammes au moins du chlorure du n° X furent dissous dans l'eau pure, et ramenés par la cristallisation en quatre parties successivement décroissantes, comme je l'ai dit pour le chlorure préparé à l'aide du chlorate. J'ai déterminé le rapport proportionnel des quatre échantillons ainsi obtenus; le résultat se trouve aux n^{os} X*a*, X*b*, X*c*, X*d* (2me série).

IV. *Chlorure de potassium préparé à l'aide du tartre.* — De la crème de tartre cristallisée dix fois fut carbonisée dans un creuset d'argent, et le charbon épuisé par de l'eau pure. Le carbonate de potasse fut additionné d'acide chlorhydrique pur en excès, et la liqueur évaporée jusqu'à siccité. Le résidu fut chauffé au rouge sombre et repris, après le refroidissement, par de l'eau froide. La solution fut abandonnée au repos jusqu'à ce qu'elle fût devenue complétement limpide par le dépôt de silice. Décantée ensuite et sursaturée d'ammoniaque pure, elle laissa déposer des traces de peroxyde de fer et d'alumine. Après que la liqueur fut devenue de nouveau limpide, je l'évaporai dans

un vase de platine, et je mêlai le résidu d'un dixième de son poids de sel ammoniac pur, et de chloro-platinate d'ammonium. Le mélange fut fondu, et le chlorure produit fut traité comme je l'ai dit pour le chlorure de potassium préparé à l'aide du nitre.

Ce chlorure était absolument incolore, neutre, et se dissolvait dans l'eau en donnant naissance à un liquide tout à fait limpide.

Les données inscrites sous le n° XI se rapportent au chlorure préparé de cette manière.

MODE DE DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'ARGENT ET LES CHLORURES.

Je vais indiquer maintenant comment j'ai procédé à la détermination du rapport proportionnel entre l'argent et les chlorures. J'ai suivi à cet égard le procédé de Gay-Lussac pour l'essai de l'argent par la voie humide. Ce moyen a été appliqué déjà par M. de Marignac et par M. Pelouze. Presque tout le dernier travail de M. Dumas sur les équivalents repose d'ailleurs sur la méthode de la voie humide.

Pour l'exécuter, *j'ai pesé, soit dans l'air, soit dans le vide, une certaine quantité de chlorure, et j'ai calculé et pesé ensuite, en partant de la loi de Prout, la quantité d'argent nécessaire pour précipiter le chlore renfermé dans le chlorure.* J'admettais pour l'argent 108, pour le chlorure de potassium 39 + 35,5 = 74,5; pour le chlorure de sodium 23 + 35,5 = 58,5; et pour le chlorure d'ammonium 4 + 14 + 35,5 = 53,5. L'excédant d'argent dans le liquide, après la double décomposition, et la valeur de cet excédant me fournissaient le rapport du nombre proportionnel de l'argent et des chlorures.

Voici comment j'ai procédé à l'opération. L'argent, après

avoir été rougi dans un creuset du même métal, et convenablement refroidi dans l'air, est pesé et introduit dans un flacon de verre blanc bouché à l'émeri, à parois très-épaisses, pouvant résister à dix atmosphères au moins de pression intérieure. Je verse ensuite sur le métal dix fois son poids d'acide azotique pur à 25° Baumé. J'adapte le bouchon, et je le fixe solidement à l'aide de fortes ficelles. J'entoure ensuite le flacon d'une toile métallique, et je le place dans un bain où sa température s'élève jusqu'à 45° à 50°. Au bout de vingt-quatre à trente-six heures, tout l'argent est dissous, sans qu'une trace de gaz se soit développée, et, par conséquent, sans que rien soit sorti du flacon. En effet, le deutoxyde d'azote, à mesure qu'il se produit, réduit l'acide azotique à l'état d'acide azoteux ou d'acide hypoazotique, qui, à cette température, reste parfaitement dissous dans le grand excès d'acide azotique employé. Si la température du bain ne dépasse pas 50°, il n'y a absolument rien à craindre. J'ai fait dans ces conditions, et sans qu'il m'arrivât un accident, au delà de cent dissolutions d'argent en vase clos, en employant de trois jusqu'à cinquante grammes d'argent à la fois. Seulement, deux fois la température du bain s'étant élevée beaucoup plus haut, deux flacons qui y étaient plongés ont cédé à la pression interne, et ont produit une assez forte explosion. J'ai eu recours à la dissolution de l'argent en vase clos, parce que j'ai acquis la certitude que le procédé de dissolution à vase ouvert, tel qu'il est pratiqué dans les ateliers d'essai des Monnaies, expose à de petites pertes d'argent. J'ai vu des essayeurs d'une habileté éprouvée obtenir, dans trois essais d'un même argent, des résultats présentant des différences plus grandes que les erreurs que comporte l'admirable méthode de Gay-Lussac. Le même fait s'est présenté chez moi lorsque j'ai voulu me familiariser avec cette mé-

thode, pour me préparer à mes déterminations. D'ailleurs, la *présence constante* de l'argent dans l'eau de lavage du gaz provenant de la dissolution du métal, lors des synthèses de l'azotate et du chlorure d'argent, montre suffisamment la nécessité d'opérer cette dissolution soit en vase clos, soit dans des appareils dans lesquels les gaz qui s'échappent peuvent venir se laver. Je dois ajouter toutefois, que la perte éprouvée sur un gramme d'argent n'atteint jamais l'exactitude de l'essai de l'argent dans les Monnaies, eu égard à la limite si large dans laquelle on se renferme.

La dissolution du métal étant opérée, et le flacon bien refroidi, j'introduis une quantité d'eau pure telle, qu'avec l'acide ajouté, le poids total du liquide s'élève au *minimum* à trente-cinq et au *maximum* à cinquante fois le poids de l'argent employé. Dans cet état, je porte le flacon dans une chambre obscure et éclairée à l'aide de la lumière du gaz. Après avoir incliné convenablement le flacon, j'y fais pénétrer un tube bouché, fixé à une tige de platine, et contenant le chlorure pesé avec la précision que me donnent les balances employées. Je fais tomber ensuite le chlorure dans la solution d'argent, je lave à plusieurs reprises le tube à l'eau, pour ne pas perdre les traces de chlorure qui pourraient y être restées adhérentes. Après avoir solidement bouché le flacon et l'avoir enveloppé de caoutchouc, je le fais secouer jusqu'à ce que le liquide, trouble d'abord, se soit parfaitement éclairci. Je procède alors à l'essai de l'argent non précipité. A cet effet, j'ai préparé avec les plus grands soins des liqueurs décimes de sel marin et d'argent, telles qu'on les emploie dans les ateliers d'essai des Monnaies.

D'un autre côté, j'ai confectionné moi-même des pipettes, des tubes qui, étant vidés dans *une position verticale*, me

fournissent dix, cinq, quatre, trois, deux, un, un demi-centimètre cube de solution décime. J'ai construit en outre des compteurs qui, placés dans *une position verticale*, débitent des gouttes présentant exactement un vingtième de centimètre cube. Le compteur lui-même et les tubes de un demi-, un et deux centimètres sont subdivisés en vingtièmes de centimètre cube. Le petit compteur se compose d'un tube gradué de quatre à cinq millimètres de diamètre intérieur, effilé au point de présenter une ouverture d'un millimètre à peu près de diamètre, et soudé à un plus large tube ouvert, mais dont l'ouverture est couverte par une feuille de caoutchouc vulcanisé, repliée sur la paroi du tube et plus ou moins fortement attachée sur celui-ci, suivant qu'on veut avoir un débit plus ou moins rapide de gouttes : mes compteurs n'en donnaient que cinq ou six par minute.

Il est de toute nécessité de tenir les compteurs dans une position verticale; car le même instrument qui fournit avec la plus grande précision vingt gouttes par centimètre cube, en débite dix-sept ou dix-huit, lorsqu'il est incliné vers 45 degrés; dans une position de 10° à 15°, il ne faut plus que seize ou dix-sept gouttes pour avoir un centimètre.

Pour faire l'essai, j'ai pris en outre les dispositions suivantes : Dans une caisse longue et étroite, dont la partie antérieure était munie de verre jaune, et la partie postérieure éclairée par une lampe à gaz, je fixai un ballon parfaitement sphérique, et contenant une solution saturée de chromate double de potasse et de soude, de manière à concentrer la lumière et à obtenir un cône de lumière jaune. Je disposai ensuite le flacon contenant l'essai dans une position telle, que la surface du liquide était traversée par le faisceau de lumière jaune. Pour l'observation, je me

plaçai de manière à faire un angle de 60° avec le rayon lumineux traversant le flacon. Lorsqu'on se sert de cet artifice, un liquide renfermant *deux milligrammes* d'argent par litre produit un précipité de chlorure d'argent *jaune opaque* et TERNE, par un *demi-centimètre* de liqueur décime qu'on laisse tomber avec précaution à sa surface. La quantité d'argent étant ramenée à *un milligramme*, le précipité de chlorure est *jaune opaque* et BRILLANT; le liquide étant appauvri au point de ne plus contenir au delà d'*un vingtième de milligramme* d'argent par litre, il se produit encore un trouble appréciable par l'addition d'une quantité correspondante de liqueur décime. Il suffit d'attendre assez longtemps, sans toucher au flacon, pour en acquérir la certitude. Cependant, dans mes essais, je n'ai inscrit que les *dixièmes de milligramme*.

Dans toutes mes expériences, j'ai continué les additions de liqueur décime saline tant que j'ai vu apparaître du trouble à la surface du liquide, après un repos de quinze minutes. Lorsque j'étais arrivé à la limite extrême, et qu'enfin je l'avais dépassée, j'ajoutais cinq centimètres de liqueur décime d'argent. Après l'agitation, je détruisais les trois quarts de l'argent mis en excès, de manière à obtenir immédiatement, par l'agitation, un liquide limpide et approchant de très-près de la limite extrême. Lorsqu'il y avait une différence dans le résultat de deux essais, différence qui n'a jamais dépassé deux à trois dixièmes de milligramme, j'ai toujours pris le résultat *minimum*.

Ceux qui ont fait beaucoup d'essais par la voie humide, ont observé que la paroi interne d'un flacon dans lequel ils ont agité pendant longtemps du chlorure d'argent, produit par précipitation successive, se couvre d'une espèce de vernis de chlorure, se graisse et perd ainsi sa transparence. Pour me mettre à l'abri de cet inconvé-

nient, lorsqu'il s'est présenté, j'enlevais, à l'aide d'une pipette propre, une partie du liquide agité et devenu limpide par un repos suffisant, je le versais dans un flacon de cristal à parois plates, et recherchais dans ce second flacon même la présence de l'argent ou du sel marin en excès. Le liquide du flacon était toujours ajouté au premier, lorsqu'il fallait continuer l'opération.

L'essai présente une autre difficulté, qui peut induire singulièrement en erreur quand on n'en est pas prévenu. Un liquide dont on a précipité, à l'aide d'une liqueur saline, à peu près tout l'argent, mais contenant encore entre *un* et *deux* milligrammes d'argent par litre, précipite également par l'addition d'une solution décime d'argent et de sel marin. Mais dans ce cas, il existe une différence très-notable entre le trouble produit. Le précipité résultant de l'addition de la liqueur décime saline, dans l'essai contenant d'un à deux milligrammes d'argent à l'état d'azotate, est toujours *jaune opaque* et *brillant;* tandis que le précipité formé par l'addition de l'azotate d'argent, dans le même liquide, est *blanchâtre* et *translucide*. Je m'explique cette anomalie par la faible solubilité du chlorure d'argent dans l'azotate alcalin qui est en dissolution, et qui se précipite en présence d'une solution argentifère plus riche qu'elle.

Quoi qu'il en soit de cette difficulté, j'ai toujours ajouté de la liqueur décime saline jusqu'à la cessation de tout précipité.

Tel est le moyen d'essai que j'ai employé pour toutes mes déterminations par doubles décompositions.

Je reviens maintenant au chlorure de potassium.

J'ai fait deux séries de déterminations; la première a été exécutée près de trois années avant la deuxième; j'en sépare les résultats, parce que trois des cinq expériences

composant la première série ont été faites avec de l'argent préparé par le procédé de Gay-Lussac. L'argent du n° I avait subi un traitement; celui du n° II, deux traitements; et celui du n° III, trois traitements. Cet argent n'est pas pur, ainsi que je l'ai dit; mais comme j'ai déterminé avec soin le titre de celui que j'ai employé en le comparant au métal obtenu par l'électrolyse ou par le procédé de M. Liebig, j'ai pu faire subir aux poids la correction nécessaire. Ces trois déterminations montrent mieux que tous les raisonnements jusqu'où l'impureté du métal peut affecter le résultat. Ce n'est que pour ce motif que je les publie. Les dix-neuf expériences, composant la deuxième série, sont plus que suffisantes pour établir le véritable rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium.

Les deux dernières déterminations de la première série ont été faites avec de l'argent obtenu, le n° IV par le phosphore divisé et l'azotate d'argent pur et en excès, et le n° V par la décomposition de l'acétate d'argent cristallisé un grand nombre de fois, et préparé d'ailleurs avec de l'argent déjà purifié.

Le chlorure de potassium employé dans les cinq déterminations de la première série était le même, et provenait des analyses de chlorate de potasse que je décris plus loin. J'en avais séparé les traces de silice et d'alumine par les moyens indiqués plus haut. La dissolution était neutre, et fournissait un liquide d'une limpidité absolue.

L'argent employé pour les déterminations de la deuxième série a été préparé soit par l'électrolyse, soit par le procédé de M. Liebig, ou par la décomposition du chlorure pur à l'aide du carbonate de soude. Tout l'argent avait été comparé au plus pur que j'aie pu me procurer par le moyen indiqué plus haut. Le métal qui a servi à l'expérience n° VII a été préparé par M. Liebig.

Rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium.

PREMIÈRE SÉRIE.

Nos D'ORDRE.	Poids du chlorure de potassium dans l'air.	Poids du chlorure de potassium réduit au vide.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids de l'argent corrigé d'après les matières étrangères.	Poids de l'excédant d'argent après la double décomposition.	Poids du chlorure de potassium correspondant à l'excédant d'argent.	100,000 D'ARGENT équivalent à chlorure de potassium. A. d'après le poids du métal brut.	B. d'après le poids réel du métal.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
I.	7,4461	7,450	10,8004	10,800	10,7976	0,0169	0,0117	69,0898	69,105
II.	7,4461	7,450	10,8004	10,800	10,7983	0,0173	0,0120	69,093	69,104
III.	7,4461	7,450	10,8004	10,800	10,79914	0,0182	0,0126	69,098	69,103
IV.	7,4461	7,450	10,8004	10,800	10,800	0,0191	0,0132	69,104	69,104
V.	7,4461	7,450	10,8004	10,800	10,800	0,0189	0,0131	69,102	69,102
								MOYENNE.	69,1036

Rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium.

SECONDE SÉRIE.

N° D'ORDRE.	Poids du chlorure de potassium dans l'air.	Poids du chlorure de potassium réduit au vide.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids de l'excédant d'argent après la double décomposition.	Poids du chlorure de potassium correspondant à l'excédant d'argent.	100,000 D'ARGENT equivalent a chlorure de potassium :
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	2,09325	2,09450	3,03618	3,03656	0,0035	0,0038	69,105
II.	1,98565	1,98685	2,88010	2,88028	0,0050	0,0034	69,099
III.	4,4759	4,4786	6,4920	6,49240	0,0115	0,0080	69,107
IV.	4,7013	4,7041	6,81890	6,81930	0,0121	0,0084	69,105
V.	7,08925	7,09352	10,28258	10,28520	0,0185	0,0128	69,105
VI.	8,8827	8,88805	12,8859	12,8847	0,0230	0,0159	69,105
VII.	9,65585	9,66160	14,0055	14,00615	0,0245	0,0168	69,104
VIII.	8,0961	8,10100	11,74500	14,74575	0,0202	0,0139	69,099
IX.	22,3565	22,3500	32,3980	32,4000	0,0572	0,0395	69,1034
IXa.	4,1246	4,12706	5,98248	5,98285	0,0106	0,0074	69,104
IXb.	3,2652	3,26516	4,73510	4,73558	0,0085	0,0057	69,105
IXc.	5,8849	5,88845	8,53575	8,53627	0,0149	0,0105	69,102
IXd.	5,1692	5,17252	7,49765	7,49812	0,0131	0,0091	69,104
X.	3,85185	3,85415	5,55790	5,55825	0,0097	0,0067	69,104
Xa.	3,8425	3,84461	5,5730	5,5734	0,0099	0,0069	69,105
Xb.	4,1910	4,19350	6,07880	6,0792	0,0108	0,0074	69,105
Xc.	5,17925	5,18237	7,51220	7,51267	0,0130	0,0090	69,101
Xd.	3,58975	3,59191	5,20670	5,20700	0,0092	0,0064	69,105
XI.	7,2525	7,25682	10,51950	10,51995	0,0194	0,0128	69,103
						MOYENNE.	69,103

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'ARGENT ET LE CHLORURE DE SODIUM.

J'ai fait dix déterminations du rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de sodium. A cet effet, je me suis servi de chlorure de sodium préparé par *six procédés différents*. Je vais exposer brièvement chacun d'eux.

I. *Chlorure de sodium par le carbonate de soude.* — Du bicarbonate de soude du commerce a été chauffé au rouge sombre dans un vase d'argent, pour rendre insoluble le fer que ce composé renferme toujours. Le résidu refroidi a été repris par de l'eau froide et pure. La solution a été évaporée jusqu'à pellicule dans un vase de platine, et abandonnée ensuite à la cristallisation, qui a été répétée à dix reprises différentes.

Le carbonate a été transformé en chlorure dans le vase de platine même, en faisant passer dans la solution un courant d'acide chlorhydrique pur. Le sel marin obtenu a été desséché et rougi légèrement, puis repris par de l'eau froide. La solution, décantée, après un repos de vingt-quatre heures, pour la séparer de la silice qui s'y était déposée, a été évaporée de nouveau. Le chlorure de sodium, tout à fait blanc, a été mêlé d'un dixième de son poids de chlorure d'ammonium pur mélangé de chloroplatinate d'ammonium, et a été traité comme je l'ai dit pour le chlorure de potassium obtenu par l'azotate de potasse.

Ce chlorure de sodium ainsi produit est tout à fait incolore, légèrement hygrométrique, propriété que ne possède pas le chlorure de potassium. Sa pesanteur spécifique diffère suivant que, fondu, il a été lentement ou rapide-

ment refroidi. Je l'ai trouvée comprise entre 2,125 et 2,150. En se dissolvant dans l'eau froide, ce chlorure produit une solution neutre et d'une limpidité absolue.

Les n^os I et II représentent les résultats fournis par deux échantillons de chlorure produits par deux carbonates de soude distincts. L'argent qui a servi au n° II a été préparé par M. Liebig.

II. *Chlorure de sodium par le sel gemme incolore.* — Du sel gemme tout à fait incolore, dépourvu de fer, de manganèse et de sulfate, mais contenant des traces de magnésium et de calcium, fut soumis, dans un vase de platine, à six cristallisations à chaud. *L'eau mère bouillante pouvant contenir du potassium a toujours été rejetée.* Le sel tout à fait blanc fut pulvérisé et épuisé par de l'alcool à 96° centésimaux, et mis ensuite en digestion avec de l'alcool à 65° additionné de bichlorure de platine. La solution alcoolique limpide fut séparée et remplacée par une nouvelle quantité d'alcool à 70°, contenant encore du bichlorure de platine, jusqu'à ce que le tiers environ du sel fût dissous. Les solutions furent réunies.

La masse saline restante fut traitée par une nouvelle quantité d'alcool à 70° centésimaux et additionnée de bichlorure de platine, de manière à laisser indissous le tiers environ du sel employé. Les solutions obtenues dans ce nouveau traitement furent encore réunies. La première et la deuxième solution représentaient donc, chacune, le tiers du poids total du sel mis en expérience. Les deux solutions furent précipitées *séparément* par du sel ammoniac absolument pur. Après un repos convenable, elles furent décantées et évaporées jusqu'à siccité dans une cornue de platine. Le sel marin fut additionné de sel ammoniac pur et de chloro-platinate d'ammonium pur, et

traité comme je l'ai dit pour le chlorure de potassium retiré du nitre.

Le n° III représente le résultat fourni par une partie du premier tiers du sel, et les n°s IV et V se rapportent aux résultats obtenus par une partie du deuxième tiers. Ces résultats d'une concordance si extraordinaire prouvent l'identité de ces deux chlorures, et démontrent aussi à quelle précision on peut arriver par l'application de la voie humide.

III. *Chlorure de sodium par le sulfate de soude.* — Du sulfate de soude dépouillé de tous métaux étrangers à l'aide de l'ébullition de la solution avec un petit excès de sulfure de sodium et de carbonate de soude, fut soumis à une dizaine de cristallisations. Le sel ainsi obtenu fut séché dans un vase de platine et mélangé avec deux fois son poids de chlorure d'ammonium préparé par l'action directe de l'ammoniaque et de l'acide chlorhydrique purs. Le mélange fut chauffé au rouge sombre. Le résidu, additionné encore une fois de son poids de sel ammoniac pur, fut chauffé au rouge une deuxième fois. Tout le sulfate est transformé ainsi en sel marin, souillé de traces de platine et de silice. Il est fondu avec une petite quantité de sel ammoniac et de chloro-platinate d'ammonium purs, et traité comme je l'ai indiqué pour le chlorure de potassium du nitre.

Le n° VI se rapporte au résultat qu'il a fourni.

IV. *Chlorure de sodium par le tartrate de soude.* — Du carbonate de soude pur fut neutralisé par de l'acide tartrique préparé en décomposant le tartrate de plomb par l'acide sulfhydrique.

Le tartrate, cristallisé un grand nombre de fois, fut desséché et bouilli à plusieurs reprises avec de l'alcool à

96 centièmes, et transformé en chlorure par le moyen que j'ai employé pour la préparation du chlorure de potassium, à l'aide de la crème de tartre pure.

Le résultat fourni est inscrit au n° VII.

V. *Chlorure de sodium par le nitrate de soude.* — A cet effet, j'ai préparé du nitrate de soude pur par le nitre du Chili, dont j'ai éliminé les métaux étrangers par un mélange de sulfure de sodium et de carbonate de soude, et que j'ai fait cristalliser ensuite une dizaine de fois au moins dans de l'eau pure. Ce nitrate a été converti en chlorure pur par le moyen indiqué pour la transformation du salpêtre en chlorure de potassium.

Le n° VIII présente le résultat obtenu à l'aide de ce chlorure.

VI. *Chlorure de sodium par le chloro-platinate de sodium.* — Le chlorure de sodium du sel gemme purifié par le bichlorure de platine et l'alcool, et dont les résultats sont donnés aux n°s III, IV et V, fut mêlé à trois fois son poids de bichlorure de platine. Le mélange fut dissous dans l'eau pure, et la solution fut évaporée jusqu'à siccité. *Le résidu, repris par une petite quantité d'eau, s'y redissout intégralement.* Cette solution évaporée jusqu'à pellicule est abandonnée à la cristallisation; l'eau mère est décantée. Les cristaux d'un jaune d'or pur sont repris par la plus petite quantité possible d'eau bouillante, et fournissent, par refroidissement, une nouvelle cristallisation de chloroplatinate de sodium. J'ai déterminé ainsi la dissolution et la cristallisation du chloro-platinate de sodium jusqu'à six fois. Arrivé à ce point, j'en ai distrait une certaine quantité, et j'ai continué les dissolutions et les cristallisations encore six fois.

Les deux chloro-platinates ainsi préparés étaient d'un

jaune d'or pur; après les avoir dissous dans de l'eau, je les ai décomposés séparément par le chlorure d'ammonium pur, et j'ai évaporé la solution jusqu'à siccité dans un vase de platine. Les chlorures obtenus ont été traités ensuite comme je l'ai dit pour le chlorure de potassium du nitre.

En faisant subir un si grand nombre de cristallisations au chloro-platinate de sodium, j'avais pour but de concentrer dans les eaux mères les chloro-platinates plus solubles que celui de sodium, et dans le chloro-platinate de sodium les chloro - platinates moins solubles que lui, comme, par exemple, du chloro-platinate de potassium, si tant est que le sel marin employé à la préparation du sel double pût contenir des traces de composé de potassium.

J'avais commencé l'opération sur trois cents grammes environ de chloro-platinate de sodium, et j'avais entraîné à la fin au delà des deux tiers du composé avec les eaux mères.

Le n° IX présente le résultat obtenu à l'aide du sel retiré du chloro-platinate cristallisé six fois, et le n° X celui du sel cristallisé douze fois. L'identité presque absolue des deux résultats prouve de la manière la plus évidente que le sel marin employé ne renfermait aucun chlorure capable de produire un chloro-platinate moins soluble que celui de sodium. Cette identité prouve de plus que le sel double ne contenait aucun chlorure présentant un rapport proportionnel plus élevé que celui du chlorure de sodium lui-même.

Indistinctement, tous les échantillons du chlorure de sodium mis en expérience étaient incolores : ils se dissolvaient dans l'eau en produisant un liquide neutre d'une limpidité absolue. Il m'est arrivé de conserver pendant

un mois, dans un vase de verre fermé, une solution de ce composé, sans y apercevoir de trace de dépôt, quelque faible qu'il pût être; aussi suis-je intimement convaincu qu'il est impossible, à l'aide des moyens dont nous disposons aujourd'hui, de préparer ce chlorure dans un plus grand état de pureté.

Comme le sel marin le plus pur est légèrement hygrométrique, lorsque je l'ai pesé, je l'ai toujours chauffé près du rouge, dans un creuset de platine fermé, et je l'ai introduit immédiatement dans un tube fermé par un bout et muni d'un bouchon de verre rodé percé d'un petit trou. Pendant le refroidissement, ce tube était placé sous une cloche avec de l'acide sulfurique.

Rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de sodium.

Nos D'ORDRE.	Poids du chlorure de sodium dans l'air.	Poids du chlorure de sodium dans le vide.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent dans le vide.	Poids de l'excédant d'argent après la double décomposition.	Poids du chlorure de sodium correspondant à l'excédant d'argent.	100,000 D'ARGENT équivalent à :
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	4,87865	4,88128	9,01103	9,01159	0,0071	0,00384	54,2093 de chlorure de sodium.
II.	5,32495	5,32781	9,83535	9,83595	0,0076	0,00412	54,2088
III.	4,40145	4,40382	8,12960	8,13012	0,0062	0,00336	54,2070
IV.	4,07495	4,07715	7,5266	7,52704	0,0056	0,00350	54,2070
V.	10,5751	10,5808	19,5326	19,5338	0,0146	0,00791	64,2070
VI.	6,7913	6,79496	12,5438	12,5446	0,0091	0,00493	54,2060
VII.	10,5192	10,5249	19,4293	19,4305	0,0145	0,00790	54,2076
VIII.	13,8862	13,8937	25,6483	25,6499	0,0194	0,01074	54,2081
IX.	18,1874	18,1972	33,59275	33,59483	0,0257	0,01393	54,2083
X.	6,3462	6,3496	11,7216	11,72263	0,0091	0,00493	54,2089
						MOYENNE.	54,2078

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'ARGENT ET LE CHLORURE D'AMMONIUM.

En jetant les yeux sur les déterminations du rapport proportionnel de l'argent et du chlorure d'ammonium, faites par M. de Marignac, on s'aperçoit qu'elles s'éloignent considérablement les unes des autres : entre le *minimum* et le *maximum*, il y a *un sept cent quatre-vingt sixième*, ce qui est une différence cinq fois plus grande que l'erreur que comporte la méthode suivie par l'habile chimiste. Lorsque j'ai commencé mes recherches, un fait analogue s'est produit : après de longs tâtonnements, j'ai fini par en découvrir la cause. Cette cause réside dans la faculté que possède le sel ammoniac de prendre un excès d'acide. Ce sel, qui naturellement présente une réaction acide très-prononcée, lors même qu'il a pris naissance au sein d'un milieu très-ammoniacal, retient un excès d'acide lorsqu'il se condense après avoir été très-fortement chauffé à l'état de vapeur.

La chaleur, en effet, décompose le sel ammoniac; il se produit de l'azote et de l'hydrogène, et une partie de l'acide chlorhydrique, qui devient libre, se condense avec la vapeur du sel d'ammonium. Cette double propriété qu'offre le sel ammoniac, comme d'ailleurs beaucoup de sels ammoniacaux, de rougir le tournesol et de prendre, en outre, un petit excès d'acide, constitue une difficulté de plus pour la détermination du rapport proportionnel de ce corps. Dans le but de la vaincre, j'ai essayé de déterminer pour chaque échantillon de sel la quantité d'acide chlorhydrique qui s'y trouve en excès; mais j'ai surtout fait tous les efforts possibles pour préparer du sel ammoniac sans excès

d'acide, afin de me soustraire à la correction, qui est incertaine.

Cette incertitude provient de deux causes : la réaction acide naturelle du sel ammoniac, supposé neutre de composition, représente évidemment une certaine quantité de base; mais cette quantité est inconnue, et il n'y a aucun moyen de la trouver *à priori* : ce n'est même que par comparaison qu'on peut acquérir la certitude que le degré d'acidité n'est pas identique. Le moyen que l'on peut employer pour apprécier l'excès d'acide n'est pas susceptible de la précision qu'il devrait avoir pour donner des nombres absolument exacts; on s'en convaincra en examinant mes résultats avec attention.

Le moyen que j'ai mis en usage, pour connaître ce degré d'acidité, consiste à chercher combien il faut ajouter d'eau de chaux titrée pour amener un poids donné du sel à la neutralité mesurée au tournesol ou au curcuma.

L'eau de chaux titrée employée renfermait, par centimètre cube, une quantité de base représentée par $0^{gr},0003201$ d'acide chlorhydrique. Elle était donc excessivement faible, afin d'exiger un volume considérable de liquide, et de me permettre ainsi d'apprécier des quantités minimes.

Dans les échantillons de chlorure d'ammonium que j'ai préparés pour mes expériences, le degré d'acidité a varié d'*un deux centième* à *un douze millième* du poids du chlorure, en supposant, bien entendu, que l'acidité soit due à la perte d'ammoniaque. Mais, comme je l'ai déjà fait observer, le chlorure d'ammonium, formé au sein d'un milieu fortement ammoniacal, rougit déjà le tournesol. Cette supposition est donc inexacte, et le chiffre obtenu renferme nécessairement une erreur dont le taux peut être supérieur même au *minimum* de la quantité constatée.

Comme je crois être parvenu à préparer à volonté du sel ammoniac doué d'une acidité qui n'est guère supérieure à celle qui appartient au composé défini, la difficulté que j'ai essayé de vaincre n'a plus la moindre importance. Je n'en parle même que pour expliquer le désaccord qu'offrent entre eux les résultats obtenus par M. de Marignac, et la différence que l'on remarque entre les quatre premières déterminations et les dix suivantes.

Tous les chimistes ont remarqué la difficulté qu'il y a de se procurer du sel ammoniac se volatilisant sans résidu aucun. Tantôt il reste une matière charbonneuse, tantôt on obtient un mélange de silice, de chlorure alcalin et d'oxydo-chlorure de fer. En effet, le sel ammoniac du commerce et l'ammoniaque qu'on en retire renferment des ammoniaques composées qui fournissent ce charbon. Il contient également du chlorure de fer. Les chlorures alcalins et la silice que l'on trouve dans le résidu de la volatilisation du sel ammoniac proviennent des vases où l'opération a eu lieu.

Les dispositions que j'ai prises pour la préparation du chlorure destiné à mes déterminations ont eu pour but de me mettre à l'abri de ces impuretés. Il serait trop long d'exposer ici tous les détours par lesquels j'ai passé, pour me procurer du sel ammoniac dépouillé de toute substance étrangère; ce serait d'ailleurs sans intérêt. Je vais me borner à indiquer les méthodes employées pour préparer les produits que j'ai mis en expérience.

1° *Chlorure d'ammonium par le sel ammoniac du commerce.* — J'ai purifié le sel ammoniac du commerce dans un double but; d'abord pour m'en servir dans mes déterminations, et ensuite pour en retirer l'ammoniaque pure destinée à la préparation du chlorure d'ammonium, dont

j'ai eu besoin pour le traitement des chlorures de potassium et de sodium.

Pour détruire les ammoniaques composées existant dans le sel ammoniac du commerce, j'ai eu recours au moyen suivant : une dissolution bouillante et saturée de sel ammoniac, dépouillé de fer et d'autres métaux par le sulfure d'ammonium, est mêlée d'un vingtième de son volume d'acide azotique concentré. Le mélange est évaporé à l'abri de toute poussière organique. Le résidu étant séché est arrosé de nouveau d'une petite quantité d'acide azotique et évaporé une deuxième fois jusqu'à siccité. Les ammoniaques composées sont ainsi totalement détruites, avec une quantité assez notable de sel ammoniac lui-même.

C'est de ce sel, ainsi purifié, que j'ai retiré l'ammoniaque pure employée pour la préparation du chlorure d'ammonium destiné au traitement des chlorures alcalins, en la combinant directement à l'acide chlorhydrique pur.

Pour transformer le sel purifié en chlorure d'ammonium pur, je l'ai sublimé à trois reprises différentes à la plus basse température possible.

Le sel renfermé dans le col du ballon, lors de la première sublimation, renfermait toujours des traces de *bisulfite d'ammoniaque*. C'est pourquoi j'ai eu soin de mettre à part tout le chlorure fixé à chaque sublimation dans le col du ballon. Tant que le sel ammoniac sublimé reste très-chaud, il est transparent comme du verre, et d'une élasticité extraordinaire ; par le refroidissement, il devient plus ou moins opaque et perd ainsi singulièrement de son élasticité.

Les déterminations, n^{os} I et II, III et IV ont été faites à l'aide du sel ammoniac obtenu ainsi ; il était tout à fait incolore et se volatilisait sans le moindre résidu. Comme on peut s'en convaincre par la comparaison des résultats,

ils ont présenté des degrés d'acidité très-différents. Les échantillons soumis à l'expérience avaient été pris dans des parties assez éloignées les unes des autres.

Une partie du sel ammoniac a été sublimée une quatrième fois, mais dans une atmosphère d'ammoniaque sèche. Le résultat inscrit au n° V se rapporte à ce chlorure.

Une autre partie du même sel a été dissoute à trois reprises différentes dans de l'eau ammoniacale, et le sel desséché a été chauffé jusqu'à l'agglutination. Le résultat qu'il a fourni à l'analyse est inscrit au n° VIII.

II° *Chlorure d'ammonium par l'action de l'ammoniaque pure et de l'acide carbonique sur le chlorure de calcium pur.*

J'ai eu recours à ce mode de production pour obtenir, en même temps, une certaine quantité de carbonate de chaux pur.

Du beau marbre blanc a été dissous dans de l'acide chlorhydrique pur; le chlorure de calcium obtenu a été mis en ébullition avec un peu de lait de chaux préparé à l'aide de la chaux provenant de la calcination du marbre dans un vase de platine. La solution de chlorure de calcium basique a été filtrée et évaporée à siccité; le résidu a été fondu dans un vase de platine.

Ce chlorure était complétement incolore; repris par de l'eau froide, la solution alcaline et trouble étant devenue limpide par le repos a été versée dans de l'eau pure, dans laquelle j'avais dissous de l'ammoniaque pure, extraite du sel ammoniac traité deux fois par l'acide azotique. Le mélange a été soumis à un courant d'acide carbonique jusqu'à la précipitation complète du calcium. La solution incolore, légèrement ammoniacale, a été évaporée jusqu'à pellicule. Le sel cristallisé, séparé de son eau mère, a été desséché puis sublimé deux fois; il était absolument inco-

lore dès la première sublimation. Il n'a laissé absolument aucun résidu à la deuxième sublimation.

Le n° VI se rapporte au résultat fourni par ce sel.

Une partie du sel précédent a été dissoute dans l'eau ammoniacale, et la solution évaporée dans le vide au-dessus de la potasse fondue. Le chlorure obtenu a été sublimé deux fois dans le platine à la plus basse température possible. Le n° VII donne le résultat de l'expérience.

Une autre portion du même sel fut dissoute dans l'eau ammoniacale; après la cristallisation du chlorure, l'eau mère alcaline fut décantée, et le sel, présentant déjà une réaction acide très-prononcée, fut exposé sous une cloche avec de la potasse caustique. Après sa dessiccation complète, il fut soumis, dans le tube même où il devait être pesé, à un courant d'ammoniaque pure et sèche, pendant toute une journée. Le lendemain, le courant d'ammoniaque fut remplacé par de l'air dépouillé de tout corps étranger, et le courant fut maintenu plusieurs heures après que l'air avait cessé d'entraîner de l'ammoniaque. Le résultat de cette expérience, faite avec un soin extrême, se trouve indiqué au n° IX.

III° *Chlorure d'ammonium préparé en combinant directement l'ammoniaque pure à l'acide chlorhydrique pur.* — L'ammoniaque déplacée par un alcali du chlorure purifié à l'aide de l'acide azotique, et lavée soigneusement à l'eau, fut dissoute dans l'eau contenue dans un vase de platine. Le liquide, dont *l'odeur ammoniacale diffère complétement* de l'ammoniaque extraite du sel ammoniac du commerce, fut ensuite neutralisé à peu près par de l'acide chlorhydrique pur. Quel que soit l'excès d'ammoniaque existant dans le liquide, le sel qui se dépose par l'action de l'acide chlorhydrique présente toujours une réaction acide

prononcée. Ce sel fut séché dans un courant d'ammoniaque sèche; et l'ammoniaque éliminée ensuite par un courant d'air. Il a fallu quatre-vingt-seize heures pour entraîner la dernière trace d'alcali condensé.

Le résultat inscrit au n° X se rapporte à ce sel.

Ce même chlorure d'ammonium, volatilisé dans un vase en platine dans une atmosphère d'ammoniaque, et puis *pesé dans le vide*, a donné le résultat inscrit au n° XII.

Voulant m'assurer de l'influence de l'atmosphère d'ammoniaque pendant la volatilisation du sel, j'ai sublimé une seconde fois le chlorure d'ammonium précédent dans le platine. La pesée du sel ayant également eu lieu dans le vide, j'ai obtenu le résultat indiqué au n° XIII.

Enfin j'ai voulu faire du sel ammoniac à l'aide de l'ammoniaque produite par la réduction de l'acide azotique. A cet effet, j'ai réduit l'acide azotique par un mélange de zinc, d'acide sulfurique et d'eau. La solution des sulfates de zinc et d'ammoniaque ainsi obtenue est versée, après concentration, sur de l'hydrate de chaux contenu dans une grande cornue. Le mélange est chauffé pour éliminer l'ammoniaque devenue libre; le gaz, lavé d'abord à l'eau, est dissous dans l'eau pure. La solution ammoniacale présente, au point de vue de l'odeur, la même différence avec l'ammoniaque extraite du sel ammoniac du commerce, que celle indiquée tout à l'heure pour l'alcali retiré du sel purifié. Il est incontestable que le gaz possède une odeur plus pure et infiniment moins désagréable.

Cette solution ammoniacale est à peu près saturée par de l'acide chlorhydrique pur et abandonnée à la cristallisation, sous une cloche, avec de la potasse caustique solide. L'eau mère alcaline est enlevée, et le sel est desséché sous une cloche avec de la potasse solide, et puis dans un cou-

rant d'ammoniaque sèche, remplacé enfin par un courant d'air sec et froid.

Le chlorure d'ammonium produit est d'une blancheur éblouissante; pesé dans l'air, il a donné le résultat inscrit au n° XI.

J'ai évaporé jusqu'à siccité les eaux mères, assez abondantes, d'où le sel s'était déposé, et le chlorure obtenu a été mêlé avec un grand excès de potasse fondue et pulvérisée. Le gaz ammoniaque, desséché par son passage au travers de deux longs tubes en U remplis de potasse fondue et pulvérisée, a été combiné directement à l'acide chlorhydrique sec et pur, dans une chaudière en platine de 5 litres de capacité, en prenant la précaution de maintenir toujours l'ammoniaque en excès. Le sel ammoniac produit, qui était d'une blancheur extrême, a été chauffé dans une atmosphère d'ammoniaque sèche jusqu'au point de s'agglutiner. Introduit ensuite dans un tube en verre, il a été soumis à un courant d'air froid et sec jusqu'à ce qu'il eût perdu toute l'ammoniaque condensée. Pesé ensuite dans le vide, il a fourni le résultat inscrit au n° XIV.

Pour rendre le tableau suivant intelligible, il faut que je dise qu'il présente d'abord le rapport proportionnel entre l'argent et le sel ammoniac, tel qu'il résulte de l'expérience, sans tenir compte de l'excès d'acide que ce composé renferme ou peut renfermer; ensuite, dans l'hypothèse que l'excès d'acide est saturé d'ammoniaque et que le poids du sel est augmenté proportionnellement.

De la comparaison des deux résultats, on acquiert la conviction que le chlorure d'ammonium peut retenir un excès d'acide chlorhydrique, mais on constate en même temps mon impuissance à mesurer exactement le degré d'acidité.

Rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure d'ammonium.

Nos d'ordre.	Poids du sel ammoniac dans l'air.	Poids du sel ammoniac réduit au vide.	Poids du sel ammoniac réduit au vide et supposé *neutre*.	Poids de l'argent dans l'air.	Poids de l'argent réduit au vide.	Poids de l'excédant d'argent après la double décomposition.	Poids du sel ammoniac correspondant à l'excédant d'argent.	100,000 d'argent équivalent à chlorure d'ammonium. A. d'après le poids du sel brut.	100,000 d'argent équivalent à chlorure d'ammonium. B. d'après le poids du sel supposé *neutre*.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
I.	3,3885	3,3911	3,39373	6,8504	6,85083	0,00950	0,004712	49,568	49,606
II.	3,73025	3,73312	3,73437	7,54061	7,54108	0,01290	0,00645	49,581	49,605
III.	3,00675	3,00906	3,01141	6,0791	6,07872	0,0090	0,004464	49,572	49,610
IV.	4,99675	5,00060	5,00398	10,10115	10,10093	0,01505	0,00742	49,577	49,611
V.	6,2398	6,2446	6,24652	12,6090	12,6098	0,01875	0,00930	49,595	49,610
VI.	8,0765	8,0827	8,0852	16,3206	16,3216	0,0224	0,01110	49,588	49,604
VII.	3,99975	4,00283	4,00435	8,08304	8,08354	0,0119	0,00595	49,591	49,608
VIII.	1,92130	1,92278	1,92333	3,88237	3,88261	0,0055	0,00273	49,593	49,606
IX.	11,0004	11,0088	11,0103	22,22200	22,22336	0,0300	0,01490	49,600	49,608
X.	10,92155	10,92896	10,93151	22,06600	22,06734	0,0280	0,013888	49,599	49,602
XI.	12,25095	12,26038	12,26064	24,74838	24,74991	0,0305	0,01512	49,598	49,599
XII.	22,8606	22,8769	22,88778	46,1777	46,1814	0,0567	0,02812	49,597	49,600
XIII.	23,9534	23,9714	23,9734	48,3878	48,3908	0,0533	0,0262	49,591	49,599
XIV.	24,9272	24,9257	24,9278	50,3141	50,3173	0,0551	0,0273	49,592	49,601
							Moyenne des neuf dernières expériences. . . .	49,5944	

En jetant les yeux sur ce tableau, on voit que les résultats restent à peu près constants à partir du n° V. Lorsque j'ai exécuté les quatre premières déterminations, j'ignorais la propriété que possède le chlorure d'ammonium de retenir un excès d'acide dans des circonstances données. Dans les dix opérations suivantes, je suis parvenu à éviter l'excès d'acide. L'expérience ultérieure pourra seule montrer si les composés que j'ai employés aux déterminations ne renfermaient pas à leur tour un excès d'ammoniaque. Tout ce que je puis affirmer c'est que j'ai fait tous mes efforts pour éviter cette cause d'erreur.

En comparant les résultats fournis par les chlorures d'ammonium cristallisés au sein d'un liquide, on remarque une légère différence suivant que la pesée a été faite dans l'air ou dans le vide. La pesée dans l'air est affectée d'une erreur en *plus* provenant de la condensation de ce fluide par le sel. Cette cause d'erreur sera très-facile à rectifier par l'expérience ultérieure; je l'ai aperçue trop tard pour pouvoir en tenir compte.

Si l'on veut tirer une moyenne de mes expériences, il me semble que, dans ce cas, ce sont les dix dernières seules qui doivent être prises en considération. Cette moyenne est 49,5944.

D'où il résulte que le rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure d'ammonium est comme 100,000 est à 49,5944.

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL ENTRE L'AZOTATE D'ARGENT ET LE CHLORURE DE POTASSIUM.

J'ai essayé de déterminer le rapport proportionnel entre l'azotate d'argent et le chlorure de potassium, dans le but

de soumettre mes synthèses de l'azotate d'argent à un contrôle rigoureux. On conçoit que si le sel produit dans ces synthèses retient un excès d'acide ou de l'eau, on doit pouvoir le constater de cette manière. Cette recherche peut d'ailleurs servir à vérifier le principe de Prout.

J'ai fait à ce sujet trois séries d'expériences :

La première a été exécutée avec de l'azotate d'argent préparé à l'aide de l'argent pur, et qui, après avoir été fondu, avait cristallisé un grand nombre de fois. La dernière cristallisation avait été troublée par un refroidissement rapide de la liqueur, afin d'obtenir le sel à l'état de lamelles fines. Le sel, après avoir séjourné à l'abri de la lumière, pendant plus de six mois, sous une cloche avec de l'acide sulfurique, a été fondu, et maintenu dans cet état dans un courant d'air privé de matières organiques, jusqu'à ce que son poids fût devenu constant.

La deuxième série a été faite avec l'azotate d'argent inscrit sous le n° VI du tableau des synthèses de ce sel.

Pour la troisième série, j'ai employé un nouvel azotate d'argent provenant de la dissolution dans l'acide azotique de l'argent obtenu par l'électrolyse du cyanure d'argent et de potassium. Le sel avait été fondu et desséché comme je l'ai pratiqué pour les synthèses de l'azotate.

Le chlorure de potassium employé était une partie du même corps qui avait servi pour établir la comparaison avec l'argent.

L'azotate d'argent des trois échantillons était blanc, lamellaire, d'un aspect nacré; sa solution était neutre au tournesol. Avant d'être pesé, il a été concassé en petits fragments, puis chauffé dans un creuset de platine et introduit, aussi chaud que possible, dans le tube où il devait être pesé après le refroidissement. Le tube était

placé sous une cloche avec de l'acide sulfurique concentré. A chaque pesée de l'azotate, j'ai constaté l'incertitude qu'elle présente. Rien n'est plus facile que de répondre de la pesée de dix, vingt, trente grammes de chlorure de potassium à un dixième de milligramme près. Mais à cause de la propriété hygrométrique de l'azotate d'argent *fondu* et *concassé* en petits fragments, je ne suis pas certain de la pesée d'un même poids de ce sel à un et demi-milligramme près. C'est ce qui m'a déterminé à faire une troisième série d'expériences, en pesant cette fois dans le vide l'azotate concassé, chauffé préalablement et refroidi ensuite dans le vide même.

Les poids de l'azotate et du chlorure ont été pris dans le rapport déduit de l'hypothèse de Prout, en admettant l'équivalent de l'azotate = 170 et celui du chlorure = 74,5.

L'azotate introduit d'abord dans un flacon était dissous dans trente cinq fois son poids d'eau pure pour constater sa solubilité complète (1). La solution a été additionnée de quatre centimètres cubes d'acide azotique pur par gramme d'azotate, et a été décomposée par le chlorure alcalin. L'opération a ensuite été faite absolument de la même manière que pour le rapport proportionnel de l'argent et des chlorures alcalins.

---

(1) L'azotate d'argent peut renfermer des traces de chlorure et produire une solution limpide, si on y ajoute moins de dix fois son poids d'eau.

Rapport proportionnel entre l'azotate et le chlorure de potassium.

Nos D'ORDRE.	Poids du chlorure de potassium dans l'air.	Poids du chlorure de potassium réduit au vide.	Poids de l'azotate d'argent dans l'air.	Poids de l'azotate d'argent réduit au vide.	Poids de l'excédant de l'azotate d'argent.	Poids du chlorure de potassium correspondant.	100,000 d'azotate d'argent équivalent à chlorure de potassium.
			PREMIÈRE SÉRIE.				
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	4,7218	4,72463	10,77850	10,78100	0,01323	0,00581	43,878
II.	5,1431	5,74618	11,74020	11,74295	0,01400	0,00615	43,875
III.	10,082	10,0862	23,0100	23,0155	0,02709	0,01190	43,875
IV.	15,3118	15,3210	34,9532	34,9614	0,04142	0,01817	43,874
						MOYENNE.	43,8755
			DEUXIÈME SÉRIE.				
V.	4,5159	4,5186	10,3086	1,3110	0,00960	0,00425	43,864
VI.	8,9457	8,9483	20,4140	20,4190	0,02126	0,009396	43,869
VII.	13,6931	13,7014	31,2574	31,2650	0,03685	0,01600	43,876
						MOYENNE.	43,870
			TROISIÈME SÉRIE (1).				
VIII.	7,9796	7,9844	18,2210	18,2195	0,0162	0,0112	43,884
IX.	11,4234	11,4302	26,0855	26,0853	0,0223	0,0154	43,878
X.	12,5890	11,59655	28,7440	28,7438	0,0256	0,0177	43,885
						MOYENNE.	43,885
						MOYENNE.	43,8758

(1) Dans la troisième série, toutes les pesées de l'azotate de l'argent ont été faites dans le vide.

DÉTERMINATION DU RAPPORT PROPORTIONNEL DE L'AZOTATE D'ARGENT ET DU CHLORURE D'AMMONIUM.

J'ai tenté de chercher le rapport proportionnel entre ces deux corps, pour contrôler simultanément mes synthèses de l'azotate d'argent et le rapport que j'ai trouvé entre ce métal et le chlorure d'ammonium.

J'ai pris pour ces déterminations une partie de l'azotate d'argent qui a servi pour les deux premières séries d'expériences avec le chlorure de potassium.

J'ai employé le sel ammoniac du n° XI pour le n° I; le n° XII pour le n° II; et le n° XIII pour le n° III et le n° IV.

Rapport proportionnel entre l'azotate d'argent et le chlorure d'ammonium.

Nos d'ordre.	Poids du chlorure d'ammonium dans l'air.	Poids du chlorure d'ammonium réduit au vide.	Poids de l'azotate d'argent dans l'air.	Poids de l'azotate d'argent réduit au vide.	Poids de l'excédant de l'azotate d'argent.	Poids du chlorure d'ammonium correspondant.	100,000 d'azotate d'argent équivalent à chlorure d'ammoniu
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
I.	4,60790	4,61144	14,64974	14,65317	0,00898	0,00283	31,489
II.	6,9754	6,98077	22,1767	22,1819	0,01400	0,00440	31,490
III.	7,9061	7,91217	25,1372	25,1430	0,01496	0,00470	31,487
IV.	6,5788	6,5839	20,9171	20,9220	0,01230	0,00380	31,486
						Moyenne . . .	31,488

SYNTHÈSE DE L'AZOTATE ET DU SULFATE DE PLOMB.

Avant d'exposer comment j'ai procédé à la synthèse de l'azotate et du sulfate de plomb, je dois d'abord faire connaître le moyen dont je me suis servi pour me procurer le plomb pur.

Du plomb.

La préparation du plomb pur présente peut-être plus de difficulté encore que celle de l'argent pur. Après d'assez longs tâtonnements, voici les moyens auxquels j'ai eu recours pour obtenir le métal employé dans mes expériences : de l'acétate de plomb du commerce a été dissous dans de l'eau chaude contenue dans une grande chaudière de plomb, et maintenu à 40° ou 50° en contact avec des feuilles très-minces de plomb, jusqu'à ce que tout le cuivre et l'argent fussent précipités. La solution filtrée fut versée dans de l'eau presque bouillante, fortement acidulée par de l'acide sulfurique. Le sulfate de plomb a été lavé par décantation, jusqu'à ce que les eaux de lavage ne continssent plus de trace d'acide sulfurique. Ce sel fut transformé ensuite en carbonate, à l'aide d'un mélange de sesquicarbonate d'ammoniaque et d'ammoniaque dissoute. Il suffit pour cela de le délayer dans de l'eau avec le sel alcalin. Il se fait une effervescence qui dure tant qu'il existe du sulfate de plomb non décomposé. Arrivé à ce terme, je décante la solution de sulfate d'ammoniaque formé et le carbonate d'ammoniaque en excès. Je lave à l'eau pure aussi longtemps que les eaux de lavage renferment du sulfate dissous.

Le carbonate de plomb ainsi obtenu se dissout intégralement dans l'acide azotique dilué. Il est complétement

dépouillé de métaux étrangers, sauf de traces de fer qui étaient fixées sur le sulfate de plomb, malgré l'excès d'acide sulfurique employé. Pour séparer le fer, j'ai transformé une partie de ce carbonate de plomb en oxyde, en le chauffant avec précaution dans un vase de platine, et j'ai dissous l'autre partie dans l'acide azotique dilué, en prenant la précaution de laisser une petite quantité de carbonate indissoute. J'ai porté la solution d'azotate à l'ébullition, et j'y ai ajouté peu à peu de l'oxyde de plomb. Cet oxyde, en s'y dissolvant, précipite les traces de fer; je filtre le liquide bouillant et je verse la solution dans du sesquicarbonate d'ammoniaque en excès. Dans le carbonate de plomb ainsi obtenu, il m'a été impossible de découvrir la moindre trace d'un métal étranger. C'est ce carbonate de plomb que j'ai converti en plomb métallique. A cet effet, après l'avoir desséché, je l'ai projeté petit à petit dans du cyanure de potassium pur et fondu. Comme cette réduction doit se faire dans un creuset de porcelaine blanche non vernie, qui est très-sujet à se briser, j'ai eu recours au moyen que j'ai indiqué pour la révivification de l'argent du chlorure et la fusion du métal pur; c'est-à-dire que j'ai fixé le creuset de porcelaine dans un autre plus grand, en interposant entre les deux de la terre de pipe calcinée et réduite en poudre, et en agglutinant le tout avec cinq pour cent de borax fondu et pulvérisé.

Le plomb obtenu par une première opération est chauffé une seconde fois avec du cyanure de potassium pur, jusqu'à ce qu'il apparaisse, au fond du cyanure, avec une surface convexe et brillante comme du mercure pur. Après un refroidissement convenable, je le coule dans une lingotière d'acier fondu et poli.

Pour peu que le plomb renferme de l'oxyde ou du sul-

fure de ce métal, il ne présente pas de surface convexe lorsqu'on le fond.

Le plomb pur est beaucoup plus blanc et plus mou que le métal ordinaire. Exposé à l'air, il m'a paru s'altérer très-rapidement.

Au lieu de réduire le carbonate de plomb par le cyanure de potassium, j'ai employé à cet usage le flux noir obtenu en carbonisant le sel de Seignette purifié. Pour priver entièrement ce sel de métaux étrangers, je faisais passer d'abord au travers de sa dissolution bouillante un courant d'acide sulfhydrique; ensuite j'y versais quelques gouttes de solution de sulfure de sodium. La solution colorée, abandonnée pendant une quinzaine de jours à elle-même dans un vase bouché à l'émeri, se décolore complétement, en déposant des sulfures métalliques. La solution décantée est agitée avec du tartrate de plomb, aussi longtemps qu'elle contient la moindre trace de sulfure de sodium. Avant de calciner le sel de Seignette, je me suis toujours assuré qu'il ne renfermait ni soufre, ni sulfate, ni métaux étrangers.

Le carbonate de plomb mêlé au flux noir pulvérisé est réduit par l'action de la chaleur. La température nécessaire pour la fusion de l'alcali étant assez élevée, il y a presque toujours une certaine quantité de métaux alcalins réduits qui s'allient au plomb. Pour éliminer ces métaux, j'ai chauffé pendant quelque temps le plomb au contact de l'air, en agitant continuellement le bain métallique avec une tige de terre de pipe. Lorsque j'avais oxydé ainsi une certaine quantité de plomb, je versais sur la masse du cyanure de potassium fondu, et je chauffais le tout jusqu'à la volatilisation d'une grande partie du cyanure. Le plomb amené ensuite près de son point de solidification était coulé dans une lingotière en acier poli.

J'ai aussi obtenu du plomb par la réduction du chlorure. A cet effet, j'ai traité par un excès d'acide chlorhydrique dilué le carbonate de plomb préparé par l'action du sesquicarbonate d'ammoniaque sur le sulfate de plomb. Les traces minimes de fer contenues dans le carbonate restent en dissolution dans l'excès d'acide chlorhydrique. Je me suis servi de deux moyens différents pour réduire le chlorure. L'un des moyens consiste à le mêler avec deux tiers de son poids de carbonate de soude pur, et à projeter le mélange bien intime dans du cyanure de potassium fondu. Le plomb métallique produit est versé dans un autre creuset avec une nouvelle quantité de cyanure pur en fusion. Il y est maintenu à une température élevée, en agitant continuellement les matières jusqu'à ce que la surface, de plane et de terne qu'elle est d'abord, devienne fortement convexe et brillante. Refroidi convenablement, il est versé dans une lingotière et conservé à l'abri de l'air humide.

L'autre moyen de réduction du chlorure consiste à chauffer un mélange très-intime de chlorure, de carbonate de soude et de flux noir. Le plomb obtenu, fondu et agité pendant quelque temps en contact de l'air, a été chauffé ensuite avec du cyanure pour lui enlever les dernières traces d'oxyde.

SYNTHÈSE DE L'AZOTATE DE PLOMB.

J'ai procédé à la synthèse de l'azotate de plomb absolument de la même manière que je l'ai indiqué pour l'azotate d'argent, en prenant toutes les précautions nécessaires pour arrêter les dernières traces de plomb entraînées avec le gaz, lors de la dissolution du métal, et quelquefois avec

les vapeurs, lors de l'évaporation de la solution de plomb dans l'acide azotique.

En général, pour opérer la dissolution du métal, j'ai employé l'acide le plus concentré capable de l'attaquer. Le plomb décompose avec une grande lenteur l'acide azotique concentré, mais en revanche celui-ci ne dissout que des traces d'azotate. Ce sel, à mesure qu'il se forme, se précipite à l'état d'une poussière cristalline. La précipitation de l'azotate de plomb, lors de sa formation, est une nécessité de la réussite de la synthèse. En effet, ce sel ne supportant pas une température élevée sans se décomposer, doit être desséché à une température relativement basse. On acquerrait difficilement une probabilité sur la dessiccation complète de ce sel, s'il se déposait en cristaux tant soit peu volumineux, comme c'est le cas lors de l'évaporation d'une solution d'azotate. L'attaque de 150 à 200 grammes de plomb par une quantité convenable d'acide plus ou moins concentré, et sous l'influence d'une chaleur continue de 70° à 80°, exige de trente-six à quarante-huit heures. J'ai reconnu, de plus, qu'une fois l'action commencée, on est obligé d'entretenir la chaleur nuit et jour, jusqu'à la dessiccation complète du sel produit. Si on néglige cette précaution, on peut considérer l'opération comme perdue; car, dans ce cas, lorsqu'on dessèche la masse saline, elle perd lentement de son poids, et d'une manière continue, pendant six semaines, comme je l'ai reconnu. Pour toutes les synthèses qui se trouvent inscrites au tableau, j'ai eu soin de continuer de chauffer nuit et jour, une fois l'action commencée, jusqu'à ce qu'il ne se dégageât plus de trace d'acide sous l'influence d'une température de 125° à 130°. En maintenant un ballon continuellement à une température notablement au-des-

sous du point d'ébullition du liquide qu'il renferme, il faut de quatre à six jours pour amener à siccité le produit de l'attaque de 150 à 250 grammes de plomb. Arrivés à la siccité apparente, 160 à 200 grammes exigent une température continue de 140° à 155°, entretenue pendant huit à douze jours dans un courant d'air sec et pur, pour être amenés à un poids constant. Dans cet état de dessiccation, on peut élever la température à près de 200°, dans un courant d'air, sans éprouver une nouvelle perte; mais bien peu au delà, il se dégage des vapeurs acides d'une manière continue.

J'ai voulu savoir jusqu'à quel point on peut compter sur la dessiccation de l'azotate de plomb à l'état de poussière cristalline, et j'ai trouvé que 180^{gr},557 de ce sel, précipité par l'acide azotique d'une solution aqueuse, par conséquent à l'état de poussière cristalline, desséché à 125° d'abord et chauffé ensuite pendant trois jours à une température comprise entre 125° et 140°, avaient perdu $\frac{1}{2543}$ de leur poids. Ce même sel, porté pendant huit heures à 155°, a perdu encore $\frac{1}{100000}$^{me} de son poids. Je l'ai maintenu pendant trente-six heures à 155° sans lui faire subir la moindre altération de poids. De 195° à 200° il a commencé de nouveau à dégager des vapeurs acides, pour ne plus cesser jusqu'à ce qu'il fût ramené en partie à l'état d'azotate basique. La limite entre le point où l'azotate de plomb perd sa dernière trace d'acide et d'eau, et celui où il se décompose, est donc très-étroite. D'après ce qui précède, cette limite ne dépasse pas 55°. La difficulté que l'on éprouve à dessécher le nitrate sans le décomposer explique pourquoi les résultats de l'analyse de ce sel par Berzelius, Anderson et L. Svanberg sont si peu concordants. J'en ai effectué moi-même un grand nombre, qui m'ont donné

également les chiffres les plus contradictoires; mais ce n'est pas le cas de m'en occuper ici.

J'ai fait deux séries de synthèses : dans la première série, tout l'azotate a été desséché dans un courant d'air. Ayant conçu quelques doutes sur la possibilité de dessécher complétement ce sel sans le décomposer, j'ai entrepris, un an et demi plus tard, une deuxième série d'expériences, mais en opérant cette fois-ci la dessiccation dans le vide. A cet effet, après avoir chauffé d'abord à 80° pendant onze jours et onze nuits, le produit de la dissolution du plomb dans l'acide azotique, pour l'amener à l'état de siccité, et après avoir maintenu ce sel de 140° à 155° pendant cent vingt heures, j'ai appliqué un ajutage de caoutchouc au ballon renfermant le sel, et j'y ai fait le vide. Tout en conservant la température vers 155°, le sel est resté depuis huit heures du matin jusqu'à onze heures du soir dans le vide. Pendant ce temps, j'ai laissé pénétrer cinq fois l'air, et je l'ai extrait cinq fois. J'ai remarqué que l'air du ballon, extrait par la pompe, rougissait le papier de tournesol contenu dans un tube que l'air devait traverser avant de se rendre dans les cylindres de la pompe.

Voici les détails d'une expérience; ils permettront d'apprécier la confiance que peuvent inspirer les synthèses de l'azotate de plomb desséché dans l'air.

Poids du ballon	493gr,862
Poids du plomb dans l'air	100gr,007
Poids du ballon avec l'azotate desséché à 155°, jusqu'à ce que le poids du sel fût constant	653gr,821.5
Poids du ballon après que le sel eût été chauffé à 155° dans le vide pendant trois heures	653gr,815
Poids du ballon le lendemain	653gr,616

Poids du ballon, le sel ayant été chauffé de nouveau à 155° dans le vide pendant trois heures 653gr,812

Poids du ballon, le sel ayant été chauffé une troisième fois pendant deux heures 653gr,810

Poids du ballon le lendemain 653gr,810,5

Ainsi, le plus grand écart entre le poids du sel desséché dans l'air et dans le vide est de 0m,0115, pour 159gr,970 d'azotate.

Je le répète, quels que soient les soins que j'aie pris pour opérer la dessiccation complète de l'azotate de plomb, quelque remarquable que soit la concordance entre les différentes synthèses, je conçois, cependant, qu'il puisse rester un doute légitime sur la possibilité de sécher absolument d'aussi fortes masses de sels, lorsqu'on ne peut pas les porter à une température élevée sans les décomposer. L'expérience ultérieure en décidera. Tout ce que j'oserai prédire, c'est que les chimistes qui se placeront dans les mêmes conditions que moi, trouveront absolument les mêmes résultats.

Reste à décider si ces conditions sont favorables pour une recherche du genre de celle-ci, et même si l'azotate de plomb n'est pas trop instable pour pouvoir servir à une détermination rigoureuse.

Le plomb employé aux synthèses a été préparé :

Pour les nos I et II, par le carbonate pur et le cyanure de potassium;

Pour les nos III et IV, par le flux noir et le carbonate de plomb;

Pour les nos V et VI, par le chlorure de plomb, le carbonate de soude et le cyanure de potassium;

Pour les nos VII et VIII, par le flux noir et le carbonate de plomb;

Pour les nos IX et X, par le chlorure de plomb, le carbonate de soude et le flux noir.

Synthèses de l'azotate de plomb.

Nos D'ORDRE.	Poids du plomb dans l'air.	Poids du plomb réduit au vide.	Poids de l'azotate de plomb dans l'air.	Poids de l'azotate de plomb réduit au vide.	100,000 DE PLOMB fournissent azotate de plomb :	
			PREMIÈRE SÉRIE.			
	gr.	gr.	gr.	gr.		
I.	103,0075	103,000	164,748	164,773	159,973	Desséché dans l'air entre 140 à 160°.
II.	140,695	140,6887	225,053	225,0674	159,975	
III.	110,2722	110,2672	176,381	176,408	159,982	
IV.	141,999	141,9927	227,118	227,1527	159,975	
V.	148,623	148,616	237,6695	237,702	159,968	
VI.	124,3535	124,348	198,894	198,924	159,973	
				Moyenne . . .	159,974	
			SECONDE SÉRIE.			
VII.	100,007	100,000	159,948	159,970	159,970	Desséché dans le vide à 155°.
VIII.	200,014	200,000	319,885	319,928	159,964	
IX.	250,0175	250,000	399,843	399,8975	159,959	
X.	250,0175	250,000	399,860	399,914	159,965	
				Moyenne . . .	159,9645	

SYNTHÈSE DU SULFATE DE PLOMB.

Dans presque toutes les déterminations du plomb, les chimistes ramènent ce métal à l'état de sulfate pour le peser. Après avoir exécuté un si grand nombre d'analyses

délicates, je n'hésite pas à déclarer qu'il n'en existe aucune présentant autant de difficultés et autant d'incertitudes, lors même qu'on s'entoure des précautions les plus minutieuses, les plus fastidieuses. Berzelius a déja fait remarquer l'extrême difficulté qu'on éprouve à mener à bonne fin une synthèse du sulfate de plomb.

J'ai essayé d'abord ces déterminations dans le verre réfractaire; mais j'ai obtenu ainsi les résultats les plus contradictoires. Lorsqu'on essaye de chauffer le sulfate de plomb, le verre est déjà attaqué avant même que l'excédant de l'acide sulfurique soit entièrement chassé. Il est donc indispensable d'exécuter l'opération dans des vases de platine. Voici les dispositions auxquelles je me suis arrêté :

Afin de m'épargner le travail, plus considérable qu'on ne le suppose, de la préparation de la quantité de plomb nécessaire à une détermination de ce genre, j'ai combiné quelques-unes des synthèses de l'azotate de plomb avec celles du sulfate de ce métal. Ainsi l'azotate, obtenu dans la synthèse n° IV, a été transformé en sulfate : le n° I du tableau en présente le résultat. Les azotates produits dans les expériences n^os V, VII, VIII, IX et X ont été également convertis en sulfates, et les résultats sont successivement indiqués aux n°s II, III, IV, V et VI. J'ai procédé à cette transformation de la manière suivante : l'azotate de plomb provenant d'un poids connu de plomb était dissous dans la plus petite quantité possible d'eau chaude et pure, et la solution était versée dans la cucurbite d'une cornue de platine pesée, contenant une quantité d'acide sulfurique pur et dilué un peu plus que suffisante pour transformer tout le plomb en sulfate. Après un repos convenable, l'eau acide, devenue complétement limpide, a été enlevée

avec une pipette et introduite dans une très-grande capsule de platine qui avait été pesée en bloc avec la cornue de platine, et soumise immédiatement à l'évaporation au bain-marie, en garantissant, autant que possible, la surface des atteintes des matières suspendues dans l'air. Le ballon de verre, qui avait contenu l'azotate, a été lavé à plusieurs reprises par de l'eau pure. Toutes les eaux de lavage ont été ajoutées à la cucurbite renfermant déjà le sulfate de plomb.

Une petite quantité d'acide sulfurique a été versée ensuite dans le liquide de la cucurbite, pour s'assurer s'il n'y avait plus de plomb à l'état d'azotate. A mesure que le liquide dans la capsule s'évaporait, je le remplaçais par une nouvelle quantité puisée dans la cucurbite. Afin d'enlever, autant que possible, l'excès d'acide sulfurique et toute substance fixe soluble, j'ai lavé à deux reprises différentes le sulfate à l'eau pure. Toutes les eaux de lavage, parfaitement éclaircies par le repos, ont été ajoutées au liquide de la capsule et évaporées à leur tour. Alors j'ai exposé la cucurbite à la vapeur d'eau pour dessécher le sulfate de plomb. Lorsque, sous l'influence d'une température de 100°, elle ne dégageait plus de vapeur quelconque, je l'ai engagée assez profondément dans un bain de magnésie que j'ai porté graduellement au rouge sombre. Après la volatilisation de tant soit peu de vapeurs d'acide sulfurique, j'ai vu apparaître, dans toutes mes expériences, des vapeurs nitreuses. Comme ces vapeurs pouvaient provenir de la présence de quelques traces d'azotate de plomb entraîné par le sulfate, j'ai, dans chaque essai et après le refroidissement du vase, arrosé le sel avec de l'eau très-faiblement acidulée par de l'acide sulfurique pur. J'ai desséché de nouveau la masse au bain-marie et calciné une

seconde fois le sulfate en chauffant le vase dans le bain de magnésie. Jamais je n'ai vu apparaître des vapeurs rutilantes à cette seconde calcination.

Dans toutes mes expériences, le sulfate de plomb a été d'un blanc éblouissant. Sa dessiccation a été faite avec un tel soin, que la paroi de la cucurbite ne présentait aucune trace de projection.

Pour garantir le sulfate de plomb, pendant son refroidissement, contre l'humidité atmosphérique, j'ai suspendu dans l'intérieur de la cucurbite un vase renfermant du chlorure de calcium. Ce vase était attaché à une tige de verre passant par le col du chapiteau mobile. L'ouverture du col était d'ailleurs fermée par un bouchon.

J'arrive maintenant aux eaux de lavage du sulfate de plomb. La capsule de platine qui les renfermait a été maintenue sur le bain de vapeur tant que son contenu dégageait des vapeurs. Après que tout le liquide susceptible de se volatiliser à 100° se fut dissipé, j'ai couvert le vase de platine d'une capsule de porcelaine, trouée par le haut, et plus large que lui. Par l'ouverture pratiquée dans la capsule, j'ai fait passer un tube de verre jusqu'à près de la surface du résidu liquide contenu dans le vase de platine. J'ai dégagé alors de l'ammoniaque pure, pour transformer en sulfate et en azotate l'acide sulfurique et l'acide azotique que celui-ci contenait. Lorsque la masse s'était à peu près solidifiée, j'ai placé la capsule dans le bain de magnésie et je l'ai chauffée très-lentement jusqu'au rouge. Vers 300°, le sulfate d'ammoniaque se décomposant en produits volatils, la capsule ne retient absolument que le sulfate de plomb mêlé à des traces de matières étrangères existant dans le plomb ou dans l'acide sulfurique. Pour éliminer les sulfates solubles que pouvait contenir le sul-

fate de plomb dans la capsule, j'ai toujours lavé le sel à l'eau acidulée très-légèrement par l'acide sulfurique. Après le lavage et la dessiccation, j'ai calciné une deuxième fois la petite quantité de sulfate ainsi obtenue.

Dans les deux premières déterminations que j'ai faites, j'ai eu la maladresse de jeter les eaux de lavage, j'ignore si elles contenaient un produit fixe. Dans les quatre suivantes, je les ai évaporées dans un vase de platine pesé. Le résidu, que j'ai rougi, pesait :

Pour le n° III $0^{gr},0140$ formés de sulfates alcalins avec traces de fer et de cuivre.
Pour le n° IV $0^{gr},0195$ id.
Pour le n° V $0^{gr},0190$ id.
Pour le n° VI $0^{gr},0205$ id.

Ces sulfates alcalins provenaient évidemment du potassium et du sodium contenus dans le plomb employé. Je dois ajouter que le peu de sulfate de plomb provenant de l'évaporation des eaux de lavage n'était pas absolument blanc, même après avoir été calciné une seconde fois avec un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique : il était teint en gris.

Après cinq heures de refroidissement à l'abri de l'air humide, la cornue et la capsule de platine ont été pesées en bloc à la grande balance.

Avant de donner le résultat de ces expériences si laborieuses, je dois signaler une cause d'erreur qui m'a échappé. J'ai pesé le sulfate de plomb dans l'air, mais ce sel peut condenser une quantité d'air assez grande pour être sensible sur les masses énormes mises en expérience. Il y a moyen de constater le fait et de corriger plus tard le résultat, s'il y a réellement erreur de ce chef, et je n'en serais pas surpris.

Je me suis abstenu de corriger le poids du sulfate de plomb produit par 100,000 de plomb, d'après le poids des métaux étrangers enlevés à l'état de sulfate au résidu des eaux de lavage du sel de plomb, parce que je considère cette correction comme étant plus ou moins arbitraire, dans l'ignorance où je suis du rapport du potassium au sodium dans ces sulfates alcalins. D'ailleurs, la présence dans le plomb de ces traces excessivement faibles de métaux étrangers diminue le poids du sulfate de plomb; le résultat serait donc plus élevé si le métal employé avait été absolument pur, et cela m'écarterait encore davantage du chiffre calculé d'après la loi de Prout.

Synthèses du sulfate de plomb.

Nos D'ORDRE.	Poids du plomb dans l'air.	Poids du plomb réduit au vide.	Poids du sulfate de plomb dans l'air.	Poids du sulfate de plomb réduit au vide.	Poids de sulfate de plomb produit par 100,000 de plomb.
	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	141,999	141,9925	207,9295	207,9388	146,443
II.	148,623	148,016	217,6045	217,6141	146,427
III.	100,007	100,000	146,4125	146,419	146,419
IV.	200,014	200,000	292,850	292,864	146,432
V.	250,0175	250,000	366,0365	366,0525	146,421
VI.	250,0175	250,000	366,041	366,0575	146,423
				MOYENNE. . . .	146,4275

ANALYSE DU CHLORATE DE POTASSE.

La détermination de l'oxygène contenu dans le chlorate de potasse a été faite si souvent, qu'on peut se demander s'il y avait encore quelque utilité à la répéter. Ce qui m'a porté à reprendre cette analyse, c'est que les résultats si concordants de Berzelius, de M. Pelouze et de M. de Marignac, sont en désaccord avec ceux de M. Maumené et de M. Penny, dont j'ai pu apprécier l'exactitude. Pour exécuter cette détermination, je me suis servi de deux méthodes distinctes, qui devaient me donner des erreurs en sens inverse. En agissant ainsi, j'avais pour but de chercher l'extrême limite entre laquelle le véritable chiffre se trouve compris. L'une des méthodes consiste à décomposer le chlorate par la chaleur, de manière à peser le résidu de chlorure : c'est le procédé pratiqué successivement par Berzelius, Pelouze, de Marignac et Maumené; l'autre consiste à décomposer le chlorate par l'acide chlorhydrique et à peser encore le résidu de chlorure : c'est le moyen employé par Penny, mais que j'ai changé dans son exécution.

Le chlorate mis en expérience a été préparé par le moyen que j'ai indiqué en parlant du chlorure de potassium obtenu à l'aide du chlorate. Je n'y reviendrai pas. Je dirai seulement que je suis certain qu'il ne renfermait ni fer, ni manganèse, ni cuivre, ni chlorures, ni sulfates alcalins. Je suis au contraire certain qu'il contenait des traces de silice, qu'il n'a pas été en mon pouvoir d'en séparer, sans le décomposer.

Je vais faire connaître les dispositions que j'ai prises pour exécuter l'opération par chacune des deux méthodes.

Détermination de l'oxygène du chlorate en décomposant ce sel par la chaleur.

J'ai fait cinq expériences par cette méthode : deux dans un ballon de verre dur de deux litres environ de capacité, muni d'un col de 55 à 60 centimètres de longueur et large de 2 centimètres; et trois dans une sphère de verre dur à deux cols opposés l'un à l'autre, analogue aux appareils que M. Dumas a employés pour la synthèse de l'eau.

Pour les expériences dans le ballon simple, j'ai courbé le col à angle droit aussi près que possible du réservoir. A l'ouverture de ce col, j'ai adapté, à l'aide d'un mastic résineux, une armature de métal sur laquelle se vissait un robinet : le système tenait parfaitement le vide. Je déterminais l'équilibre, en me servant comme contre-poids d'un ballon de capacité et de poids absolument identique à celui qui me servait pour l'expérience, et en mettant en même temps sur les deux plateaux de la balance un poids supérieur à celui que j'avais à déterminer. Je faisais ainsi des pesées successives par soustraction. Je plaçais ce même poids supplémentaire sur chaque plateau, pour ne pas devoir me fier au maintien de l'égalité des bras de la balance pendant les pesées successives. La correction des poids pour la réduction au vide ne s'opérait ainsi que sur les différences avec les poids primitifs, différences qui, dans ce cas, étaient les poids de la matière.

Lorsque l'équilibre du ballon parfaitement desséché et vide d'air était établi, et lorsque j'avais même, crainte d'accident, déterminé son poids absolu, j'y introduisais le chlorate de potasse pulvérisé que j'avais chauffé dans un courant d'air sec et pur jusqu'à près de son point de

fusion. Le col du ballon étant nettoyé pour détacher toute trace de chlorate adhérent, je plongeais celui-ci dans un bain d'huile chauffé vers 200°, et j'y opérais cinq ou six fois le vide, en y faisant rentrer à chaque fois de l'air pur et sec et qui n'avait point passé par la machine. Après avoir amené exactement la tension interne à ce qu'elle était à la première pesée, je déterminais de nouveau l'équilibre, en soustrayant à cet effet des poids du plateau auquel le ballon avec le chlorate était attaché. Le ballon étant de nouveau rempli d'air sec, je dévissais le robinet et je remplissais tout le col, depuis l'origine de la sphère jusqu'à dix centimètres de l'armature fixée à son col, d'amiante calciné avec de l'eau régale. J'avais transformé cet amiante en une espèce de feutre, en le délayant dans de l'eau et en recevant ensuite la pâte sur un tamis. Les gaz passent au travers de ce feutre absolument comme un liquide par un filtre de papier.

J'opérais encore le vide dans l'appareil en chauffant le col sur presque toute la longueur, pour entraîner avec l'air les moindres traces d'humidité qui auraient pu y pénétrer pendant l'introduction de l'amiante chauffé, et j'en déterminais une troisième fois le poids, après y avoir raréfié l'air *au même point que dans les deux pesées précédentes.*

L'appareil étant ainsi préparé, je plaçais le ballon dans un bain de magnésie, de manière que son col fût parfaitement horizontal. Au robinet qui le terminait, j'adaptais, à l'aide d'un tuyau de caoutchouc, un tube de verre dur de Bohême, de 60 centimètres de longueur sur un et demi-centimètre de largeur, effilé des deux bouts. Le tube contenait, à chacun de ses bouts, un tampon d'amiante feutré, les neuf dixièmes étaient remplis par de l'argent pur pulvérulent, précipité par le phosphore. Avant d'être

mis en communication avec la cornue, il était soigneusement séché et pesé. Ce tube était suivi de deux autres, courbés en U, remplis de ponce sulfurique, également pesés et, enfin, d'un troisième tube en U contenant de la ponce sulfurique et destiné à empêcher l'arrivée d'un gaz humide. L'appareil était terminé par un tube recourbé plongeant, d'un millimètre seulement, dans l'eau d'un flacon de Woulf, qui était lui-même muni d'un tube recourbé permettant de recueillir l'oxygène dégagé.

Comme tout le monde le sait, la décomposition du chlorate de potasse exige, pour s'accomplir lentement, des précautions excessives. La moindre inadvertance fait perdre l'expérience. Mais, en revanche, une fois bien connue et établie, elle s'exécute avec une régularité extrême. Pour opérer la décomposition lente et régulière du chlorate, il est indispensable que le ballon placé dans le bain ne repose sur la magnésie que par une surface de cinq à six centimètres carrés. Le restant de la panse doit en rester éloigné, au moins d'un à deux centimètres, aussi longtemps qu'on y voit du chlorate fondu. Lorsque le chlorate est entièrement passé à l'état de perchlorate et de chlorure, on peut, sans crainte d'accident, commencer à tasser la magnésie chauffée contre le ballon ; mais on acquiert bientôt la certitude que, eu égard au pouvoir rayonnant considérable de la magnésie, le contact de cette base chauffée n'est nullement nécessaire pour déterminer la décomposition du perchlorate.

Lorsque le dégagement de l'oxygène commence à se ralentir, je tasse la magnésie tout autour du ballon, et j'élève la température du bain jusqu'à près du rouge sombre ; arrivé à ce moment, je couvre d'une double toile métallique la partie supérieure du ballon, j'en entoure égale-

ment la partie courbée du col, et je rougis faiblement la toile à l'aide de charbons incandescents que je place par-dessus.

D'un autre côté, en disposant l'appareil, j'ai engagé le col du ballon, depuis la courbure jusqu'à une quinzaine de centimètres de l'armature, dans une gaîne de tôle remplie de magnésie. Lorsque l'opération est terminée, je chauffe également cette gaîne au rouge. De cette manière le chlorate et le perchlorate entraînés à la partie supérieure du ballon et retenus dans l'amiante contenu dans le col, se décomposent en laissant du chlorure.

En même temps que je chauffais le bain de magnésie pour déterminer la décomposition du chlorate, je portais près du rouge sombre le tube contenant de l'argent divisé et précipité par le phosphore. Ce tube était déposé dans une gaîne de tôle remplie de magnésie qui le recouvrait complétement. Il a été maintenu au rouge sombre tant qu'a duré le dégagement du gaz oxygène. Le but de ce tube était de retenir les traces de chlore, qui accompagne presque toujours l'oxygène dégagé par la calcination du chlorate de potasse.

Après avoir traversé l'appareil, l'oxygène s'est dégagé tout à fait transparent pendant toute la durée de l'opération. Cependant, malgré la précaution que j'ai prise de décomposer le chlorate avec une extrême lenteur, et de placer sur le trajet de l'oxygène un long tube contenant de l'argent divisé, je crois que des traces du chlore ont encore été entraînées sans se fixer sur ce métal. En tout cas, l'oxygène, à sa sortie du ballon, ne devait renfermer que des quantités excessivement minimes de chlore, puisque la majeure partie, retenue par l'argent, ne représentait qu'*un trois millième du poids de l'oxygène.*

Dans les expériences, la dessiccation du chlorate de potasse et des appareils a été si complétement effectuée, que jamais les tubes en U à ponce sulfurique n'ont augmenté au delà de $0^{gr},004$.

Le ballon étant refroidi, j'ai fait de nouveau le vide et je l'ai pesé.

Ainsi la détermination de l'oxygène du chlorate exige par ce moyen quatre pesées successives :

La pesée 1° du ballon vide d'air;
— 2° du ballon avec le chlorate et vide d'air;
— 3° du ballon avec le chlorate et le col rempli d'amiante, destiné à retenir le chlorate et le perchlorate, et vide d'air;
— 4° du ballon avec le chlorure et vide d'air.

Dans le but de réduire ces *quatre* pesées à *trois*, j'ai remplacé le ballon à un col par un autre à *deux cols* opposés. A l'ouverture de chacun d'eux, j'adaptais des armatures métalliques à l'aide d'un mastic résineux peu fusible. L'une de ces armatures était munie d'un robinet; l'autre se fermait par une pièce pleine, vissée. Le col muni de l'armature portant un robinet, était rempli aux trois quarts d'amiante feutré. Le ballon étant desséché à une haute température, en y faisant passer un courant d'air, je le pesais. Par l'ouverture du col opposé, j'y introduisais ensuite le chlorate de potasse desséché et chaud. Après avoir établi, pendant quelques heures, un courant d'air sec au travers du ballon porté à la température de 200° environ, j'y faisais le vide, et je le pesais une seconde fois, lorsqu'il était complétement refroidi. Enfin j'adaptais le ballon au système précédemment décrit, et je procédais à la décomposition du chlorate, comme je l'ai dit plus haut, mais avec assez de lenteur pour faire durer l'opération de

huit heures du matin à neuf heures du soir. Le dégagement de l'oxygène terminé, je décomposais, par le moyen indiqué, tout le perchlorate et le chlorate déposés à la partie supérieure du ballon et retenus dans l'amiante placé dans le col.

Après le refroidissement, j'opérais le vide dans le ballon et je le pesais.

On se figure difficilement que des vases de verre puissent conserver leur poids intact, lorsqu'on les chauffe pendant si longtemps. La concordance si parfaite de mes résultats avec ceux de Berzelius, de M. Pelouze et de M. de Marignac, doit rassurer à cet égard. Cependant, pour montrer jusqu'à quel point on peut répondre de la conservation du poids des vases de volume considérable chauffés dans de la magnésie, je vais donner le résultat d'expériences que j'ai faites avec les ballons mêmes qui ont servi à l'expérience n° I et aux expériences n°s III, IV et V.

N° I.

1° Poids du ballon de $1^{lit},729$ vide d'air à $0^{m},003$	$823^{gr},917$
2° Poids du ballon, après avoir été chauffé, pendant six heures, dans un bain de magnésie, au point de rendre le fond laiteux, *a*. Après trois heures de refroidissement . .	$823^{gr},913$
b. Après huit heures	$823^{gr},917$
c. Le lendemain.	$823^{gr},917.5$

N°s III, IV et V.

1° Poids du ballon vide à $0^{m},0032$	$1736^{gr},409$
2° Poids du ballon chauffé au rouge dans la magnésie, après huit heures de refroidissement.	$1736^{gr},410$
3° Poids du ballon chauffé dans la magnésie depuis huit heures du matin jusqu'à quatre heures de l'après-midi. Le fond est devenu complétement *laiteux*, vide à $0^{m},003$, après cinq heures de refroidissement	$1736^{gr},408$
4° Poids du ballon le lendemain	$1736^{gr},409$

J'ai employé pour l'analyse du chlorate de potasse trois échantillons de sel de *sources* différentes, mais purifiés par le même procédé. Un échantillon a servi pour l'expérience n° I, un autre pour les n°s II et III et un troisième pour les n°s IV et V.

Détermination de l'oxygène du chlorate de potasse à l'aide de l'action de l'acide chlorhydrique.

Pour effectuer l'opération et la pesée du vase renfermant les matières, j'ai pris un ballon de verre dur d'un litre et demi de capacité. Sur son col, j'ai fait user à l'émeri un bouchon de verre dur, percé de deux trous dans lesquels peuvent s'engager à frottement deux tubes de verre dur. Extérieurement, le col du ballon, de verre très-épais, est dépoli sur une longueur de six centimètres; sur cette partie dépolie j'adapte une coiffe de caoutchouc naturel munie d'un robinet, en prenant toutes les précautions que j'ai indiquées en parlant des moyens employés pour faire la pesée dans le vide. Après avoir pesé le ballon vide d'air d'abord, et ensuite vide d'air, mais contenant du chlorate de potasse séché, équilibré dans les deux cas avec un vase fermé de même volume, j'enlève la coiffe de caoutchouc et je la place et la conserve dans le vide avec le fil métallique aplati qui sert de ligature.

D'un autre côté, je monte un appareil fournissant de l'acide chlorhydrique pur; à cet effet, je dégage, à l'aide de l'acide sulfurique, le gaz acide chlorhydrique de l'acide chlorhydrique liquide, concentré et dépouillé d'acide sulfureux. Pour plus de sûreté, je lave le gaz en le faisant passer au travers de deux flacons de Woulf contenant de l'acide chlorhydrique pur. Je mets ensuite l'appareil à dé-

gagement d'acide chlorhydrique en communication avec le ballon, dans lequel j'ai versé, avant d'y mettre le bouchon, une centaine de centimètres cubes d'eau absolument pure. A cet effet, j'engage, dans une des ouvertures du bouchon de verre, un long tube de verre dur descendant jusque dans la panse du ballon, qui est incliné de manière que le col soit presque horizontal.

Ce tube est engagé, par son extrémité opposée, dans un tuyau de caoutchouc adapté au tube de dégagement d'acide chlorhydrique. Dans l'autre ouverture du bouchon troué, j'engage un tube qui se rend jusqu'à la moitié du col du ballon. La partie de ce dernier tube qui sort du ballon est doublement recourbée, et munie de deux fortes boules faisant l'office de flacons laveurs. Tous les gaz qui sortent du ballon doivent traverser le liquide renfermé dans les boules, avant de se rendre dans un flacon de Woulf, contenant de l'eau pure et destiné encore à retenir les traces de chlorure que le premier système de condensation aurait pu laisser échapper. A ce flacon de Woulf était adapté un tube conduisant les gaz dans une bonne cheminée.

Après avoir entouré de glace toute la panse du ballon, je dégage de l'acide chlorhydrique. Le chlorate de potasse baigné d'eau est immédiatement attaqué avec dégagement de chlore et même d'acide chloreux, qui sortent du ballon par le second tube, en traversant le liquide contenu dans les boules dont il est muni. Si le dégagement d'acide chlorhydrique est rapide, la température s'élève trop dans le ballon, malgré la glace qui l'entoure, et l'acide chloreux qui prend naissance détone en venant en présence de l'acide chlorhydrique. Cet accident m'est arrivé dans une expérience et a détruit l'appareil. Si, au contraire, l'acide chlorhydrique pénètre trop lentement dans le ballon, il

se forme de l'hydrate de chlore qui enveloppe le chlorate et rend l'expérience presque interminable. Pour éviter à la fois ces deux inconvénients, j'ai opéré, dans les deux dernières analyses, la décomposition du chlorate sur le sel préalablement fondu. J'avais pesé le sel avant la fusion; je l'ai pesé après, et j'ai pu constater que *le chlorate de potasse peut être fondu et maintenu en fusion sans perdre de l'oxygène.* Le chlorate de potasse fondu et couvert d'eau se décompose par l'acide chlorhydrique toujours amené en excès, sans produire sensiblement du gaz acide chloreux. J'ai pu décomposer en cinq ou six heures de temps de cent à cent cinquante grammes de chlorate, sans apercevoir dans le ballon les vapeurs blanches que produit toujours la présence simultanée de l'acide chlorhydrique et de l'acide chloreux. Lorsque tout le chlorate de potasse est décomposé, ce que l'on remarque immédiatement à la décoloration de l'atmosphère du ballon, j'interromps le courant, j'enlève l'eau glacée, je la remplace par de l'eau de plus en plus chaude; enfin, je débouche le ballon et j'y faits couler tout le liquide contenu dans les boules du tube à dégagement; je procède ensuite à l'évaporation de tout le liquide du ballon. Dans aucune des trois expériences que j'ai faites par ce procédé, la quantité de liquide n'a pas été suffisante pour dissoudre à 0° la moitié de chlorure de potassium produit.

Le ballon étant convenablement incliné, j'engage son col dans un ballon de verre dur, et je le chauffe à une temtempérature voisine, mais cependant toujours au-dessous du point d'ébullition du liquide qu'il renferme. L'évaporation du liquide et la dessiccation du chlorure étant opérées, le chlorure restant retient de l'acide chlorhydrique qu'on ne saurait en éliminer sans fondre le chlorure, ce

qui est une opération impossible dans un vase de verre, même réfractaire. M. Penny avait déjà constaté la présence de l'acide chlorhydrique dans ce cas.

Pour éliminer cet acide, j'ai eu recours à l'artifice suivant : j'ai ajouté au chlorure une petite quantité de chlorate de potasse soigneusement séché et pesé (un à cinq grammes), et puis j'ai versé de l'eau absolument pure sur la masse. J'ai évaporé de nouveau tout le liquide. Pendant l'évaporation, il s'est dégagé une odeur sensible de chlore. Le ballon a été placé ensuite dans un bain de magnésie et porté à une température élevée. Le chlorate contenu dans le chlorure a été détruit avec dégagement d'oxygène, et il est resté du chlorure de potassium pur, incolore, tout à fait neutre.

Pendant que le ballon se trouvait dans le bain de magnésie, j'ai adapté la fermeture de caoutchouc, et après son refroidissement complet, j'y ai opéré le vide.

L'eau de lavage contenue dans le flacon de Woulf a été évaporée au bain-marie, dans une petite capsule de porcelaine, et a laissé un résidu qui, étant desséché, a pesé $0^{gr},0038$, consistant en une matière jaune que la chaleur et l'air ont complétement détruite. Il n'y avait donc pas eu de chlorure entraîné.

Le liquide, obtenu par l'évaporation du chlorure du ballon, ayant été évaporé à siccité, n'a laissé dans aucune des trois expériences de trace de chlorure. Aussi, quoi qu'on en ait dit, je suis convaincu qu'on peut évaporer la solution des chlorures alcalins sans entraîner avec la vapeur d'eau la moindre trace de ces composés.

Les trois analyses que j'ai faites par cette méthode s'accordent très-bien entre elles, et le résultat se confond avec celui obtenu par la calcination du chlorate de potasse.

ANALYSES DU CHLORATE DE POTASSE.

Première série.

Quantité d'oxygène dégagée du chlorate par l'action de la chaleur.

Nos D'ORDRE.	Poids apparent du chlorate.	Poids du chlorate réduit au vide.	Poids apparent de l'oxygène dégagé.	Poids de l'oxygène réduit au vide.	Poids du chlore fixé sur l'argent.	Poids de l'oxygène correspondant au chlore fixé.	Poids de l'oxygène corrigé.	Oxygène dégagé par 100,000 de chlorate.	Chlorure de potassium produit par 100,000 de chlorate.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
I	69,8835	69,8730	27,3735	27,3694	0,0075	0,0068	27,3636	39,1620	60,8380
II.	82,1385	82,1260	32,1745	32,1697	0,0110	0,0085	32,1612	39,1605	60,8395
III.	86,5140	86,5010	33,8775	33,8725	0,0025	0,0020	32,8705	39,1560	60,8440
IV.	132,9430	132,9230	52,0570	32,0492	0,0085	0,0060	52,0430	39,1527	60,8473
V.	127,2315	127,2125	49,8205	49,8130	0,0036	0,0028	49,8102	39,1550	60,8450
							MOYENNE.	39,1572	60,8428

ANALYSES DU CHLORATE DE POTASSE.

Seconde série.

Quantité d'oxygène enlevée par l'action de l'acide chlorhydrique.

Nos d'ordre.	Poids apparent du chlorate.	Poids du chlorate réduit au vide.	Poids du chlorate supplémentaire.	Poids réel du chlorate employé.	Poids apparent de l'oxygène enlevé.	Poids réel de l'oxygène enlevé.	Oxygène enlevé à 100,000 de chlorate.	Chlorure de potassium produit par 100,000 de chlorate.
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.		
VI.	58,7360	58,727	1,000	59,727	23,3865	23,3830	39,150	60,850
VII.	90,8810	90,7975	5,000	95,7975	37,5075	37,5020	39,147	60,853
VIII.	142,3390	142,318	5,000	147,318	57,6925	57,6840	39,156	60,844
					Moyenne.		39,1510	60,8490
					Moyenne générale.		39,1540	60,8460

ANALYSE DU SULFATE D'ARGENT.

J'ai tenté de faire la synthèse du sulfate d'argent, mais j'ai dû renoncer à ce projet, à cause de l'entraînement de l'argent lorsque j'opérais la dissolution du métal dans un vase de platine, et de l'impossibilité d'achever la dessiccation du sulfate dans un vase de platine, lorsque j'exécutais la dissolution de l'argent dans un ballon de verre de Bohême, comme je l'avais fait pour le sulfate de plomb. J'ai donc dû me borner à faire son analyse, qui n'a pu porter que sur son contenu en argent. J'ai déterminé ce contenu en réduisant le sulfate d'argent par l'hydrogène, comme M. Struve l'avait déjà fait.

J'ai employé, dans ces expériences, trois échantillons de sulfate d'argent. J'ai obtenu l'un en versant dans de l'acide sulfurique dilué et bouillant dans un vase de platine, une solution d'azotate d'argent pur. Le liquide étant refroidi, l'eau mère a été soutirée et remplacée à trois reprises par de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et le tout a été porté chaque fois à l'ébullition et maintenu à cette température pendant une demi-heure. Le sulfate d'argent déposé par le refroidissement a été lavé ensuite par de l'eau froide, jusqu'à ce que l'eau de lavage fût complétement neutre. Avant de m'en servir pour l'expérience, je l'ai desséché vers 350° dans un courant d'air sec dépouillé de toute matière organique par son passage au travers d'un tube de verre rempli d'oxyde de cuivre chauffé au rouge. A cet effet, je l'ai chauffé dans un dessiccateur de M. Liebig, placé dans un bain de chlorure de zinc.

Pour me procurer le deuxième échantillon de sel, j'ai

attaqué directement, dans une chaudière de platine, de l'acide sulfurique concentré et pur par de l'argent, préparé par le sucre de lait, et dans lequel il m'avait été impossible de découvrir des traces de matières étrangères. Lorsque tout l'argent eût été transformé en sulfate, j'ai chassé autant que possible par la chaleur tout l'acide en excès.

Après le refroidissement du vase, j'ai lavé le sel à l'eau, afin d'enlever la dernière trace d'acide sulfurique échappé à l'action de la chaleur. Puis je l'ai chauffé dans le vase de platine même, bien au delà du point d'ébullition de l'acide sulfurique. Je l'ai introduit ensuite, tout chaud, dans un flacon bouché à l'émeri, préalablement chauffé et séché. Avant de m'en servir pour l'analyse, je l'ai encore chauffé, dans le tube même, au delà du point d'ébullition de l'acide sulfurique.

Le sulfate d'argent est d'une stabilité extrême. Quoiqu'il faille presque la température rouge sombre pour le fondre, on peut le liquéfier sans lui faire perdre sensiblement de son poids, pourvu que l'*opération se passe à l'abri des poussières organiques de l'air et dans un vase de platine;* car un vase de verre est attaqué par le sulfate d'argent fondu.

Deux cent cinquante grammes de sulfate d'argent, obtenu par cette dernière méthode, ont été dissous à l'ébullition dans les eaux de lavage du sel, acidulées par l'acide sulfurique. Après un refroidissement lent du liquide, le sel s'en est séparé sous la forme de prismes volumineux, incolores, limpides comme de l'eau. Un de ces cristaux pesait $11^{gr}{\cdot}800$. Ces prismes chauffés vers 300° décrépitent assez fortement. On peut ensuite les chauffer au delà du point d'ébullition de l'acide sulfurique et même les fondre, sans faire perdre au sulfate sensiblement de son poids.

Le sulfate d'argent, préparé par l'action de l'acide sulfu-

rique sur l'azotate d'argent, et par l'action de ce métal sur l'acide sulfurique concentré, se présente sous la forme d'une poudre cristalline d'un blanc éblouissant, lors même qu'il a été chauffé à 350°, pourvu qu'on se soit servi, lors de sa dessiccation, d'un courant d'air complétement privé de matière organique. Sans cette précaution, il acquiert dans le dessiccateur une *teinte verte d'abord, puis violacée;* dans ce cas, en se dissolvant dans l'eau, il laisse un résidu noirâtre, qui devient blanc d'argent par une chaleur rouge.

Son état pulvérulent m'a forcé de le peser dans le vide.

Voici comment je m'y suis pris pour effectuer le dosage de l'argent à l'aide de l'action de l'hydrogène : j'ai pris un tube de verre de Bohême de dix-huit millimètres de diamètre sur septante-cinq centimètres de longueur, et effilé par un bout. Après l'avoir séché à une température élevée, je l'ai introduit dans un grand tube à peser dans le vide, et j'ai fait le vide dans le système que j'ai équilibré avec un autre grand tube identique au premier, quant à son volume extérieur et à la nature de sa surface. J'ai mis en même temps des poids égaux suffisants sur les plateaux opposés de la balance.

J'ai rempli ensuite le tube de verre de Bohême, aux deux tiers, de sulfate d'argent desséché, en faisant en sorte de laisser vide le tiers de la capacité du tube du côté de la pointe effilée. Après avoir chauffé encore dans un courant d'air sec et pur le sulfate d'argent renfermé dans le tube, j'ai immédiatement introduit celui-ci dans le système à peser dans le vide, et j'ai éliminé tout l'air. Le refroidissement étant complet, je l'ai pesé.

J'ai mis enfin le tube à sulfate d'argent en communication avec un grand appareil à dégagement d'hydrogène pur et sec. Pour obtenir ce gaz, j'ai pris toutes les précau-

tions indiquées par M. Dumas, dans son mémoire sur la synthèse de l'eau, sauf que je me suis servi de potasse caustique fondue comme matière desséchante, voulant prévenir ainsi la présence de traces d'acide sulfureux dans l'hydrogène.

Ce tube reposait dans une gaîne de tôle remplie entièrement de magnésie et très-légèrement inclinée du côté de l'extrémité effilée qui pénétrait dans un grand récipient vide. Lorsque l'appareil était complétement rempli d'hydrogène, je chauffais, vers la température de l'ébullition de l'acide sulfurique, la partie de la gaîne correspondant à la portion vide du tube. Ensuite, j'élevais doucement la température de la partie du tube contenant du sulfate d'argent; lorsque j'ai vu commencer la réduction du sel, j'ai fait tous mes efforts pour maintenir la température stationnaire, afin d'éviter l'attaque du verre et la volatilisation de l'argent. La décomposition du sulfate d'argent se fait avec une netteté et une régularité extrêmes : c'est une véritable substitution de l'hydrogène à l'argent. En effet, si on maintient la température suffisamment basse, il se produit seulement de l'argent et de l'acide sulfurique qui descend à cause de l'inclinaison du tube : à peine sent-on des traces d'acide sulfureux. A mesure que le sulfate d'argent se réduit, la quantité d'acide sulfurique produite devient suffisamment grande pour arriver à la partie du tube chauffée au point d'ébullition de cet acide. Là, il est réduit, par l'excès d'hydrogène dégagé, en acide sulfureux et en eau, ou en soufre et en eau. L'acide sulfurique a été le seul produit que j'ai vu se développer, lorsque l'action de l'hydrogène sur le sulfate d'argent a eu lieu à une basse température. Quand la température était plus élevée, il se produisait d'abord de l'eau et du sulfure d'argent, et ensuite

de l'argent métallique et de l'acide sulfhydrique. Dans toutes les déterminations dont je donne ci-dessous les résultats, j'ai fait tous mes efforts pour éviter la formation du sulfure d'argent et la production subséquente de l'acide sulfhydrique. Néanmoins, j'ai toujours remarqué la présence de l'acide sulfhydrique à la fin de toutes les réductions, lorsque le tube était chauffé au rouge très-sombre dans le courant d'hydrogène. Je n'ai même cessé le courant que lorsqu'un papier imprégné d'un sel de plomb, placé devant le tube de dégagement de l'hydrogène, ne décelait plus la moindre trace d'hydrogène sulfuré. Dans toutes ces déterminations, l'argent résidu était sous forme spongieuse, d'un blanc mat. Afin d'être bien certain de l'absence de toute trace de sulfure d'argent dans le métal, j'ai fait passer au travers du tube chauffé au rouge sombre un courant d'air destiné à brûler le soufre; dans une seule expérience, j'ai senti une odeur sulfureuse. Quand l'opération était terminée, le commencement de la partie du tube vide où se faisait la réduction de l'acide sulfurique en acide sulfureux et en eau, était enduit d'un miroir d'argent, provenant de l'argent entraîné à l'état de sulfate par l'acide sulfurique. Mais il est resté toujours au moins douze à quinze centimètres du tube ne présentant pas la moindre trace de dépôt métallique. L'eau acide, condensée dans le grand récipient en communication avec le tube, renfermait des traces d'argent, mais trop petites pour être dosées.

La pesée de l'argent ayant eu lieu, j'ai toujours dissous le métal dans l'acide azotique dilué, pour m'assurer de la présence du sulfure d'argent.

Je n'en ai trouvé dans aucune expérience.

Pour rendre le contrôle complet, j'ai lavé et séché par-

faitement le tube dans lequel j'avais opéré une réduction, et, l'ayant pesé de nouveau dans le vide, j'ai retrouvé son poids primitif, à 0gr,002 près, en *moins*.

Le sulfate d'argent employé dans la première série provenait de l'action de l'acide sulfurique sur l'azotate d'argent. Le sel employé dans la deuxième série a été préparé par l'action directe de l'argent sur l'acide sulfurique. Enfin, pour la troisième série, j'ai mis en expérience le sulfate obtenu en faisant cristalliser le sel précédent dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique.

Analyses du sulfate d'argent.

Nos D'ORDRE.	Poids apparent du sulfate d'argent.	Poids réel du sulfate d'argent.	Poids apparent de l'argent.	Poids réel de l'argent.	100,000 de sulfate d'argent ont fourni argent métallique :
			PREMIÈRE SÉRIE.		
	gr.	gr.	gr.	gr.	
I.	72,141	72,137	49,922	49,919	69,200
II.	60,2545	60,251	41,6945	41,692	69,197
			DEUXIÈME SÉRIE.		
III.	81,028	81,023	56,074	56,071	69,204
IV.	83,120	83,115	57,5265	57,523	69,209
			TROISIÈME SÉRIE.		
V.	55,7195	55,716	38,5615	38,5595	69,207
VI.	63,926	63,922	44,238	44,2355	69,202
				MOYENNE.	69,203

CONCLUSION.

En partant de la loi de Prout, on a les poids atomiques suivants pour les *sept* corps simples que j'ai soumis à l'expérience :

Chlore.	35.5
Soufre.	16.0
Azote	14.0
Argent	108.0
Potassium	39.0
Sodium	23.0
Plomb.	103.5

Afin de mettre chacun à même de juger si l'hypothèse du docteur Prout est conforme ou non à l'expérience, je vais mettre en parallèle les rapports proportionnels résultant de mes déterminations avec ceux qui dérivent des valeurs calculées d'après cette hypothèse :

D'après l'expérience, le rapport proportionnel	*D'après l'hypothèse du docteur Prout, le rapport proportionnel*
Entre l'argent et le chlore	
Est au minimum = 100,000 : 32.841	est comme 100,000 : 32.870
— au maximum = 100,000 : 32.850	
— en moyenne = 100,000 : 32.8445	
Entre l'argent et le soufre	
— au minimum = 100,000 : 14.849	est comme 100,000 : 14.814
— au maximum = 100,000 : 14.854	
— en moyenne = 100,000 : 14.852	
Entre l'argent et l'azotate d'argent	
— au minimum = 100,000 : 157.463	est comme 100,000 : 157.404
— au maximum = 100,000 : 157.481	
— en moyenne = 100,000 : 157.473	

Entre l'argent et le chlorure de potassium

Est au minimum = 100,000 : 69.099		
— au maximum = 100,000 : 69.107	est comme 100,000 : 68.981	
— en moyenne = 100,000 : 69.103		

Entre l'argent et le chlorure de sodium

— au minimum = 100,000 : 54.206		
— au maximum = 100,000 : 54.209	est comme 100,000 : 54.166	
— en moyenne = 100,000 : 54.2078		

Entre l'argent et le chlorure d'ammonium

— au minimum = 100,000 : 49.590		
— au maximum = 100,000 : 49.600	est comme 100,000 : 49.537	
— en moyenne = 100,000 : 49.5944		

Entre l'azotate d'argent et le chlorure de potassium

— au minimum = 100,000 : 43.864		
— au maximum = 100,000 : 43.885	est comme 100,000 : 43.823	
— en moyenne = 100,000 : 43.878		

Entre l'azotate d'argent et le chlorure d'ammonium

— au minimum = 100,000 : 31.486		
— au maximum = 100,000 : 31.490	est comme 100,000 : 31.470	
— en moyenne = 100,000 : 31.488		

Entre le plomb et l'azotate de plomb

— au minimum = 100,000 : 159.959		
— au maximum = 100,000 : 159.982	est comme 100,000 : 159.903	
— en moyenne = 100,000 : 159.969		

Entre le plomb et le sulfate de plomb

— au minimum = 100,000 : 146.419		
— au maximum = 100,000 : 146.443	est comme 100,000 : 146.376	
— en moyenne = 100,000 : 156.427		

Entre le chlorate de potasse et le chlorure de potassium

— au minimum = 100,000 : 60.838		
— au maximum = 100,000 : 60.853	est comme 100,000 : 60.8163	
— en moyenne = 100,000 : 60.846		

Entre le sulfate d'argent et l'argent

— au minimum = 100,000 : 69.197		
— au maximum = 100,000 : 69.209	est comme 100,000 : 69.230	
— en moyenne = 100,000 : 69.203		

On observe donc que, si l'on en excepte les rapports proportionnels entre l'argent et le chlore, l'argent et le sulfate d'argent, il y a partout une *différence en plus* entre l'expérience et les chiffres calculés d'après l'hypothèse du docteur Prout.

Cette différence en plus est en moyenne :

Pour le *sulfure d'argent* $\frac{38}{14814}$, ou huit fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*azotate d'argent* $\frac{71}{157404}$, ou quatre fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*argent* et le *chlorure de potassium* $\frac{122}{68981}$, ou treize fois et demie plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*argent* et le *chlorure de sodium* $\frac{42}{54166}$, ou quatorze fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*argent* et le *chlorure d'ammonium* $\frac{57}{49537}$, ou six fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum ;*

Pour l'*azotate d'argent* et le *chlorure de potassium* $\frac{55}{43823}$, ou trois fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*azotate d'argent* et le *chlorure d'ammonium* $\frac{18}{31470}$, ou six fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum;*

Pour l'*azotate de plomb* $\frac{66}{159903}$, ou trois fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum* des deux expériences;

Pour le *sulfate de plomb* $\frac{51}{146376}$, ou deux fois plus forte que celle qui existe entre le *minimum* et le *maximum.*

Il m'est impossible de faire ressortir, dans ce résumé, l'importance ou la valeur de toutes ces différences, qui

sont fortes dans certains cas, mais paraissent minimes dans d'autres.

Je vais discuter le résultat de la détermination de cinq corps. A la vérité, il suffirait de démontrer que la loi de Prout ne s'applique pas à deux éléments pour renverser l'hypothèse. Ces cinq corps sont l'argent, l'azotate d'argent, le chlorure de potassium, le chlorure de sodium et le chlorure d'ammonium.

D'après l'hypothèse du docteur Prout, le rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium est comme

100,000 : 68,981.

J'ai trouvé qu'il est comme

100,000 : 69,103.

M. de Marignac a fait cette détermination avant moi (1). En réduisant ses résultats au vide, il a trouvé que

100,000 d'argent	= 69,105	de chlorure de potassium.
	= 69,077	
	= 69,0995	
	= 69,1027	
	= 69,0995	
Moyenne	= 69,098	de chlorure de potassium.

Si j'élimine la deuxième expérience, qui est évidemment affectée d'une erreur accidentelle, on a pour moyenne des cinq expériences 69,102, qui ne diffère que d'un cent millième du résultat de mes vingt-cinq déterminations.

Examinons maintenant quelles sont les causes qui peu-

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XLVI, p. 352.

vent fausser l'exactitude de ce résultat? D'un côté, c'est le moyen de procéder à la détermination; et, de l'autre côté, ce sont les impuretés des matières mises en expérience. La méthode de Gay-Lussac peut renfermer une cause constante d'erreur; cependant, convenablement appliquée, elle permet de constater, dans un litre de liquide, la présence d'un vingtième de milligramme d'argent, qui n'est que la quatre-vingt millième partie du poids de l'argent que j'ai employé dans une expérience. Après l'emploi que les ateliers d'essai des hôtels des Monnaies font de cette méthode, depuis plus d'un quart de siècle, on peut, me semble-t-il, être complétement rassuré sur les résultats qu'elle fournit. Si donc il y a cause d'erreur, on doit la chercher dans l'existence constante d'impuretés dans les matières. Les détails dans lesquels je suis entré pour exposer les procédés à l'aide desquels je me suis procuré les matériaux, permettent de juger des efforts considérables que j'ai faits pour garantir leur pureté. Pour obtenir du chlorure de potassium, j'ai mis en œuvre toutes les forces que l'état actuel de la science nous permet d'appliquer à la préparation des matières dans leur plus grand état de pureté.

La concordance si extraordinairement grande entre les résultats fournis par des chlorures d'origines très-différentes et produits à l'aide de moyens diamétralement opposés, cette concordance, dis-je, témoigne mieux que tous les raisonnements possibles de leur pureté, si difficile, du reste, à garantir. D'ailleurs, l'accord que l'on observe entre mes déterminations et celles de M. de Marignac en est une preuve nouvelle.

Ce que je viens de dire du chlorure de potassium est applicable au chlorure de sodium.

Les impuretés qui, contre toute probabilité, pourraient se trouver dans ces deux chlorures, élèveraient le rapport proportionnel. Mais, en ne niant pas la possibilité de l'existence, dans ces corps, d'une matière étrangère *inconnue,* il n'y a pas de chimiste qui, après avoir examiné avec attention tous les moyens que j'ai employés pour me les procurer, oserait prétendre que la différence énorme et constante observée par M. de Marignac et par moi, entre le calcul et l'expérience, puisse être attribuée à la présence d'une matière étrangère *connue.*

D'après les procédés employés pour me procurer le chlorure d'ammonium, il est impossible qu'il se soit trouvé dans certains échantillons de ce corps, mis en expérience, des matières étrangères à la composition du sel ammoniac lui-même. Quoique j'aie tout fait pour éviter un excès d'acide chlorhydrique ou d'ammoniaque, il se peut que certains échantillons aient contenu un très-petit excès d'acide; mais la présence de ce dernier corps doit diminuer le rapport proportionnel, et toutes mes expériences conduisent à un nombre proportionnel plus élevé pour le chlorure d'ammonium.

J'ajouterai que si l'existence de matières étrangères *inconnues* doit augmenter le nombre proportionnel des chlorures de potassium et de sodium, la présence possible et même probable de corps étrangers dans l'argent doit diminuer ce rapport : les effets se produisent en sens inverse, et les chances de l'augmentation sont au moins réduites de moitié.

Examinons maintenant s'il y a moyen de concilier mes synthèses de l'azotate d'argent avec la loi de Prout. J'ai démontré que 100,000 de ce métal produisent en moyenne 157,473 de ce sel au lieu de 157,404. Il y a donc $\frac{1}{2281}$me de

plus que ne l'exige le principe de Prout. On pourrait prétendre que cet excès de poids est dû à de l'acide azotique ou à de l'eau retenue par l'azotate fondu. Je rappellerai d'abord que j'ai constaté la neutralité du sel obtenu dans mes expériences, et l'absence de tension, lorsque je l'ai fondu dans le vide. Cette objection tombe d'ailleurs devant le contrôle direct auquel j'ai soumis l'azotate d'argent lui-même, en déterminant son rapport proportionnel en fonction du chlorure de potassium. D'après la loi de Prout, ce rapport est comme 100,000 : 43,823.

Or, j'ai trouvé pour moyenne de trois séries d'expériences, que ce rapport est comme 100,000 : 43,878. M. de Marignac (1) avait déjà obtenu le même rapport pour une moyenne de deux séries de déterminations. Mais en combinant le résultat de mes synthèses de l'azotate d'argent avec le résultat de mes déterminations du nombre proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium, j'arrive à cette conséquence que 100,000 d'azotate d'argent équivalent à 43,883 de chlorure alcalin, chiffre qui se confond avec celui que j'ai trouvé par l'expérience. Il y a donc accord parfait entre les synthèses de l'azotate d'argent et les déterminations du rapport proportionnel entre ce sel et le chlorure de potassium, et désaccord complet avec les chiffres calculés pour les trois corps d'après le principe de Prout. La composition de l'azotate d'argent, soit qu'on la détermine par la synthèse, soit qu'on l'établisse d'après son rapport proportionnel en fonction d'un chlorure connu, est donc incompatible avec le principe de Prout. Il en résulte, de toute nécessité, que

---

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, t. XLVI, p. 365.

parmi les éléments constitutifs de ce corps, deux au moins, l'azote et l'argent, n'obéissent pas à ce principe.

S'il est radicalement impossible de concilier l'hypothèse du docteur Prout avec les rapports de poids que l'azote, l'argent, les chlorures de potassium, de sodium et d'ammonium présentent entre eux, il n'y a pas de raison pour l'admettre, en ce qui concerne le chlore, le soufre, le plomb, lors même que les nombreuses déterminations consignées dans ce travail ne prouveraient pas d'une manière évidente, certaine, que ces corps n'obéissent pas davantage à la loi de Prout.

Pour finir cette exposition, si longue déjà, il me reste à faire connaître la valeur des poids atomiques qui dérivent de mes recherches :

Par la calcination du chlorate de potasse, j'ai trouvé que 100,000 de sel fournissent en moyenne : oxygène.	39.157
Par l'action de l'acide chlorhydrique, j'ai trouvé le contenu en moyenne	39.151
La moyenne des deux résultats est	39.154
Berzelius a trouvé, en moyenne	39.150
M. Pelouze a obtenu, en moyenne	39.156
M. de Marignac a obtenu, en moyenne	39.161
L'oxygène étant représenté par	8
Le chlorure de potassium devient	74.59
Et le poids atomique de l'argent	107.943
— du chlore, d'après mes expériences . .	35.46
— — d'après celles de M. de Marignac.	35.468
— du potassium.	39.13
— du sodium	23.05
— de l'ammonium	18.06
— de l'azote (déduit de la synthèse de l'azotate d'argent)	14.041
— du soufre	16.0371
— du plomb (synthèse du sulfate de plomb)	103.453
— du plomb (synthèse de l'azotate desséché dans le vide à 155°).	103.460

En jetant les yeux sur les poids atomiques de l'ammonium et de l'azote, on s'aperçoit qu'ils diffèrent de 4,02 au lieu de 4,00. Il en résulte indubitablement, ou que mes synthèses de l'azotate d'argent sont inexactes, et que la quantité de ce sel produit par l'argent métallique est un peu plus élevée que je ne l'ai trouvée, ce qui m'éloigne encore davantage de la loi de Prout, ou bien que le poids atomique de l'hydrogène lui-même est en erreur de $\frac{5}{1000}$me ou $\frac{1}{200}$me de sa valeur.

L'ensemble de mes recherches me porte à croire que l'erreur existe plutôt sur le poids atomique de l'hydrogène que sur celui de l'azote.

Si ce fait, sur lequel j'attire, sous toute réserve, l'attention des chimistes, est exact, ce que je compte rechercher bientôt, en reprenant la synthèse de l'eau par une méthode nouvelle, il en résultera que la base sur laquelle le docteur Prout avait établi sa loi, manque elle-même de fondement.

Quoi qu'il en soit du doute que je soulève à l'égard de l'exactitude du poids atomique de l'hydrogène représenté par 1, l'oxygène étant 8, il ne peut rester aucun doute concernant le principe lui-même. Je termine donc en disant : aussi longtemps que, pour l'établissement des lois qui régissent la matière, on veut s'en tenir à l'expérience, on doit considérer la loi de Prout comme une pure illusion, et regarder les corps indécomposables de notre globe comme des êtres distincts n'ayant aucun rapport simple de poids entre eux. L'analogie incontestable de propriétés, qu'on observe dans certains des éléments, doit être cherchée dans d'autres causes que celles qui dérivent du rapport de poids de leurs masses agissantes.

—

Faits pour compléter l'histoire de l'acide salicylique et de l'acide benzoïque (1); par M. Aug. Kekulé, professeur à l'université de Gand.

A l'occasion d'une note sur la transformation de l'acide monochloracétique en acide glycolique, j'ai mentionné, il y a quelques années, une expérience que j'avais faite sur l'acide chlorobenzoïque, dans l'espoir de transformer ce corps en acide salicylique. Depuis lors, je me suis occupé à différentes reprises du même sujet. Plusieurs raisons m'ont obligé de donner à mes expériences une étendue beaucoup plus considérable que celle que je lui avais d'abord assignée. D'un côté, mes résultats ne s'accordaient pas avec ceux obtenus par divers chimistes; d'un autre côté, je rencontrais des faits tellement imprévus, que je n'osais les publier sans m'être assuré de leur exactitude par des expériences répétées. J'aurais désiré, aujourd'hui encore, compléter mes expériences avant de les faire connaître; mais des chimistes ayant commencé à s'occuper du même sujet, je me vois forcé de les publier, d'autant plus que je n'aurai pas le loisir de les continuer dans un temps prochain.

Avant de parler de mes expériences, qu'il me soit permis de rappeler les résultats obtenus par d'autres chimistes. En distillant l'acide salicylique avec du perchlorure de phosphore, on obtient, d'après M. Chiozza, un chlorure qui, bien que formé dans des circonstances où on aurait pu s'attendre à la formation du chlorure de salicyle (biato-

(1) $H = 1$; $O = 16$; $C = 12$; $N = 14$; $Cl = 35,5$.

mique), se comporte comme l'isomère de ce corps, le chlorure de chlorobenzoyle. En effet, décomposé par l'eau, il ne donne pas de l'acide salicylique, mais de l'acide chlorobenzoïque. Mes recherches mentionnées plus haut, et celles de MM. Limpricht et von Uslar semblaient confirmer cette découverte. Cependant, dans un mémoire postérieur, M. Couper a publié des expériences d'après lesquelles ce produit, au lieu de donner de l'acide chlorobenzoïque, donnerait de l'acide salicylique, et ne serait pas le chlorure de chlorobenzoyle, mais une substance de la composition : $C_7 H_4 Cl_3 PO_3$, qu'il a appelée *trichlorophosphate de salicyle*. Les résultats de ces chimistes sont en contradiction directe ; toutefois ils s'accordent tous avec les données théoriques actuelles. La formation du chlorure de benzoyle serait, en effet, tout à fait analogue à la formation du chlorure de chloropropionyle par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide lactique. La substance préparée par M. Couper pourrait se représenter par la formule :

$$\left.\begin{matrix} C_7 H''_4 O \\ P''' O \end{matrix}\right\} \begin{matrix} O \\ Cl_3 \end{matrix} \qquad \textit{Type :} \begin{matrix} H_2 O \\ 3H\,Cl \end{matrix}$$

On pourrait l'envisager comme appartenant à un type mixte et contenant le radical de l'acide salicylique, ou bien comme une combinaison du chloroxyde de phosphore avec l'anhydride salicylique.

M. Drion, de son côté, avait obtenu, par l'action du perchlorure de phosphore sur l'essence de *gaultheria*, et sans soumettre le produit à la distillation, une substance qu'il envisage, d'après ses propriétés, comme le véritable chlorure de salicyle (monoatomique). Il croit que ce chlorure se décompose par la chaleur en donnant naissance au chlo-

rure de chlorobenzoyle de M. Chiozza, et il regarde comme parfaitement démontrée l'existence de ce chlorure mise en doute par M. Couper, en rappelant que l'on avait préparé non pas l'acide chlorobenzoïque seulement, mais encore la chlorobenzamide.

Plus tard, MM. Limpricht et von Uslar, ayant préparé un acide chlorobenzoïque par la décomposition du chlorure de sulfobenzoyle et ayant comparé les propriétés de cet acide avec celles de l'acide chlorobenzoïque préparé au moyen de l'acide salicylique, d'après la méthode de M. Chiozza, ces chimistes ont trouvé des différences assez notables dans les propriétés de ces deux acides; de sorte qu'ils les regardent comme isomères, et non comme identiques. Dans ces derniers temps enfin, MM. Kolbe et Lautemann ont annoncé que l'acide chorobenzoïque, préparé à l'aide de l'acide salicylique, donne, par l'action de l'amalgame de sodium, un acide isomère de l'acide benzoïque, mais différent de ce corps par ses propriétés.

C'est cette dernière publication surtout qui me détermine à faire connaître mes expériences, dont je vais résumer en peu de mots les résultats.

I. Quand on distille l'essence de *gaultheria* ou bien l'acide salicylique avec le perchlorure de phosphore, on obtient un chlorure volatil qui possède les propriétés du chlorure de chlorobenzoyle de M. Chiozza. J'ai répété cette expérience plus de vingt fois, en employant, dans quelques opérations, des quantités de matières très-considérables et en variant les proportions des substances. Néanmoins, je n'ai jamais obtenu la substance décrite par M. Couper et qui, d'après ce chimiste, distille à 285° à 295° degrés. J'ai observé, au contraire, que la température des vapeurs qui distillent ne s'élève jamais à plus de 280°, et qu'à cette

température le résidu de la distillation se décompose complétement en se boursouflant et en laissant une masse noire très-poreuse. Je me suis assuré, en outre, qu'une molécule de l'essence ne peut décomposer qu'une molécule de perchlorure, et que l'excès de ce réactif, quand on l'a employé en proportion plus forte, passe dans la distillation sans avoir subi aucune décomposition. J'ai trouvé de plus (contrairement aux assertions de M. Couper) qu'il se forme une quantité assez considérable de chloroxyde de phosphore, et j'ai pu préparer, par la rectification du produit obtenu dans quelques opérations, plus de 500 grammes d'un chlorure bouillant au-dessous de 115°.

Le produit de cette réaction se comporte comme le *chlorure de chlorobenzoyle*. Il se dédouble par l'eau ou par des solutions alcalines en donnant un *acide benzoïque chloré;* il donne avec l'ammoniaque liquide ou avec le carbonate d'ammoniaque une *amide benzoïque chlorée;* et il produit enfin avec l'alcool un *éther* (l'éther chlorobenzoïque). Il présente donc les caractères indiqués par M. Chiozza, et il est, pour l'acide salicylique, exactement ce que le chlorure de lactyle (chlorure de chloropropionyle) est pour l'acide lactique.

De nombreuses analyses de ce chlorure de chlorobenzoyle m'ont démontré, cependant, qu'il est impossible de l'obtenir à l'état de pureté. Chaque nouvelle rectification, loin de donner un produit plus pur, est accompagnée de la décomposition d'une partie de la substance, et donne un liquide volatil plus riche en chlore. J'ai trouvé de même que l'acide benzoïque chloré, l'éther benzoïque chloré et l'amide benzoïque chlorée, obtenus à l'aide de chlorures provenant de différentes opérations, sont loin de présenter la même composition. Quelquefois la composition de ces corps se rapproche de celle des produits

monochlorés, et quelquefois la quantité de chlore est beaucoup plus considérable.

Je me suis assuré enfin que le *chlorure de chlorobenzoyle*, tel qu'on l'obtient comme produit de la première distillation, et tel qu'il se trouve dans ce premier produit mélangé à beaucoup de chloroxyde de phosphore et à une quantité plus ou moins considérable de perchlorure de phosphore, se décompose par chaque distillation et finit par se transformer *en chlorure de bichlorobenzoyle.*

La formation de ce corps, qui n'est autre chose qu'un produit de substitution du chlorure de chlorobenzoyle, est difficile à comprendre. Ce dernier se forme, comme on l'a admis depuis longtemps, par une double décomposition, c'est-à-dire par l'échange de l'oxygène contre le chlore. Mais pour transformer ce chlorure de chlorobenzoyle en chlorure de benzoyle *bichloré,* il faudrait la présence du chlore libre ou d'un corps qui, dans les conditions de l'opération, jouât le rôle du chlore libre. Il faudrait donc qu'une partie de la substance se réduisît et qu'il se formât, ou bien de l'acide salicyleux (ou un dérivé), ou du trichlorure de phosphore. J'ai constaté, en effet, la présence de ce dernier corps en quantité très-considérable dans les chlorures de phosphore que j'avais séparés par rectification et dont il a été question plus haut.

II. Quand il s'agit de préparer les produits *monochlorés*, on doit éviter toute rectification et employer le produit brut de la première distillation. En décomposant ce *chlorure de monochlorobenzoyle* brut par l'eau ou par un alcali, on obtient l'*acide monochlorobenzoïque* pur. Je reviendrai plus tard sur les propriétés de cet acide. Par l'action de l'ammoniaque liquide ou du carbonate d'ammoniaque sur le chlorure, on obtient la *monochloro-*

benzamide, substance solide qui cristallise facilement en aiguilles ou sous forme de grands prismes parfaitement blancs et d'un bel éclat soyeux. En faisant réagir le chlorure sur l'alcool, on obtient l'*éther monochlorobenzoïque* sous forme d'un liquide neutre, peu soluble dans l'eau et possédant une odeur aromatique et bouillant à 238°-242°. Cet éther, mis en contact avec de l'ammoniaque aqueuse, se transforme à la longue en monochlorobenzamide, identique avec celle que l'on obtient directement à l'aide du chlorure. Par l'action de l'aniline sur le chlorure, j'ai aussi préparé la *monochlorobenzanilide*, substance qui cristallise avec la même facilité que l'amide.

III. Quand il s'agit, au contraire, de préparer les produits *bichlorés*, on doit soumettre le liquide obtenu dans la première distillation à un nombre assez considérable de rectifications. On obtient ainsi, mais avec perte de la plus grande partie de la substance, un chlorure qui, traité par l'alcool, donne l'*éther bichlorobenzoïque*. Cet éther ressemble beaucoup à l'éther monochlorbenzoïque; son point d'ébullition est cependant un peu plus élevé (245°). Il présente des propriétés extrêmement curieuses. Il n'est pas attaqué par une solution aqueuse de nitrate d'argent; cependant, lorsqu'on ajoute de l'alcool en quantité suffisante pour dissoudre l'éther, il se forme tout de suite un précipité abondant de chlorure d'argent. Il est lentement attaqué pas la potasse; mais quand on le fait bouillir avec une solution aqueuse ou, mieux encore, avec une solution alcoolique de potasse, il se décompose. Une partie du chlore est éliminée sous forme de chlorure de potassium, et on obtient non pas de l'acide bichlorobenzoïque, mais de l'acide *monochlorobenzoïque*. L'ammoniaque liquide réagit d'une manière tout à fait analogue :

il se forme du chlorure d'ammonium, ainsi qu'une amide qui présente à peu près la composition de la *monochlorobenzamide,* mais qui contient un petit excès de chlore.

IV. J'ai rappelé plus haut que, d'après les expériences de MM. Limpricht et von Uslar, l'acide chlorobenzoïque obtenu par la décomposition du chlorure de sulfobenzoyle, paraît être différent de l'acide monochlorobenzoïque de M. Chiozza : j'ai cru nécessaire d'étudier avec soin les propriétés de l'acide monochlorobenzoïque que j'avais préparé, et j'ai trouvé qu'il y existe réellement des différences très-notables.

J'ai constaté que le chlorobenzoate de baryte est anhydre, tandis que le même sel, préparé par MM. Limpricht et von Uslar, est hydraté. Je puis confirmer de même que le chlorobenzoate de chaux contient une molécule d'eau de cristallisation (H_2O), tandis que le sel de MM. Limpricht et von Uslar en contient 1 ½. Le point de fusion des deux acides est cependant à peu près le même. J'ai trouvé pour mon acide chlorobenzoïque 137°; MM. Limpricht et von Uslar donnent 140° pour l'acide préparé par le chlorure de sulfobenzoyle.

La chlorobenzamide préparée par MM. Limpricht et von Uslar cristallise en paillettes jaunâtres qui se fondent à 122°; ma chlorobenzamide s'obtient toujours, même dans la première préparation, sous forme de longues aiguilles parfaitement blanches qui fondent à 139°.

MM. Limpricht et von Uslar ont trouvé que leur acide chlorobenzoïque se dissout dans l'acide nitrique concentré ; que l'on n'obtient pas de précipité quand on ajoute de l'eau après plusieurs jours, mais que la solution dépose à la longue de grandes tables d'un *acide nitrochlorobenzoïque*, fusible à 118° et qui ne cristallise pas par le refroidisse-

ment de sa solution aqueuse préparée à chaud. L'acide chlorobenzoïque de l'acide salicylique, se dissout également dans l'acide nitrique concentrée. La solution dépose, du jour au lendemain, de grands cristaux d'*acide nitrochlorobenzoïque*. Elle donne avec l'eau un abondant précipité du même acide. Cet acide nitrochlorobenzoïque commence à se fondre à 150° seulement et se dépose, par le refroidissement de sa solution aqueuse préparée à chaud, sous forme de grandes aiguilles aplaties qui ressemblent beaucoup à l'acide benzoïque ordinaire.

J'ajouterai encore que l'acide chlorobenzoïque préparé par l'acide salicylique, donne un sel de cuivre très-caractéristique. Quand on mélange des solutions chaudes de chlorobenzoate d'ammoniaque et de sulfate de cuivre, on obtient immédiatement un précipité cristallin d'un beau vert. Quand on mélange les deux solutions à froid, il ne se forme pas de précipité d'abord, mais la solution dépose bientôt de grands cristaux d'un vert très-brillant.

V. L'acide chlorobenzoïque se réduit assez facilement par l'amalgame de sodium. L'acide benzoïque, préparé de cette manière, tout en possédant exactement la composition de l'acide benzoïque ordinaire, en diffère cependant par quelques propriétés. Lorsqu'on fait cristalliser ses solutions, on ne l'obtient jamais sous la forme de ces longues aiguilles aplaties qui sont si caractéristiques pour l'acide benzoïque ordinaire. Par le refroidissement d'une solution aqueuse, on obtient de petites aiguilles microscopiques groupées en mamelons. Par l'évaporation d'une solution aqueuse ou alcoolique, on n'obtient que des aiguilles très-petites groupées en étoiles. Cet acide se volatilise comme l'acide benzoïque, et les cristaux formés par sublimation ressemblent beaucoup à l'acide benzoïque ordi-

naire. Une détermination du point de fusion m'a montré que cet acide se trouve, à 114°,5, exactement dans le même état de fusion que l'acide benzoïque ordinaire à 120°.

Des réactions comparatives m'ont fait voir, en outre, que les deux acides benzoïques ne se comportent pas tout à fait de la même manière. Je n'ai cependant pas remarqué de différences très-caractéristiques, si ce n'est que le sel ammoniacal de l'acide benzoïque ordinaire donne avec le sulfate de cuivre un precipité bleu cristallin, tandis que le sel ammoniacal de l'acide benzoïque préparé par l'acide salicylique donne un précipité amorphe d'un vert bleuâtre.

VI. L'acide chlorobenzoïque préparé au moyen de l'acide salicylique est capable de régénérer le dernier. Je n'ai pas trouvé de réaction qui permette d'opérer cette transformation d'une manière bien nette.

On peut faire bouillir le chlorobenzoate d'argent avec de l'eau, sans qu'il subisse de décomposition; de plus, quand on chauffe, dans un tube scellé, à la température de 200°, la presque totalité du sel cristallise par le refroidissement, sans avoir subi aucune décomposition. J'ai chauffé l'acide chlorobenzoïque avec une solution aqueuse ou une solution alcoolique de potasse à 200° et avec la potasse solide à 250° sans observer la formation d'acide salicylique. Mais quand on introduit l'acide chlorobenzoïque dans de la potasse fondue, ou quand on chauffe un mélange d'acide chlorobenzoïque et de potasse solide jusqu'à commencement de fusion, il se forme de l'acide salicylique. Mes expériences ne laissent pas de doute sur la formation de l'acide salicylique dans cette réaction; mais je ne suis point parvenu à l'obtenir en quantité suffisante pour en faire l'analyse.

Si l'on considère la transformation de l'acide salicylique

en acide chlorobenzoïque, la réduction de cet acide en acide benzoïque et la transformation de l'acide chlorobenzoïque en acide salicylique; et si, pour le moment, on ne tient pas compte de la différence entre l'acide benzoïque ainsi préparé et l'acide benzoïque ordinaire, différence qui d'ailleurs ne me paraît pas encore parfaitement établie, on pourrait en conclure : que l'acide salicylique est, pour l'acide benzoïque, ce que l'acide lactique est pour l'acide propionique et ce que l'acide glycolique est pour l'acide acétique. On a en effet :

Acide acétique . . $\left.\begin{matrix} C_2 H_3' O \\ H \end{matrix}\right\} O$; $\left.\begin{matrix} C_2 H_2'' O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ acide glycolique.

Acide propionique. $\left.\begin{matrix} C_3 H_5' O \\ H \end{matrix}\right\} O$; $\left.\begin{matrix} C_3 H_4'' O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ acide lactique.

Acide benzoïque . $\left.\begin{matrix} C_7 H_5' O \\ H \end{matrix}\right\} O$; $\left.\begin{matrix} C_7 H_4'' O \\ H_2 \end{matrix}\right\} O_2$ acide salicylique.

L'acide chlorobenzoïque serait, dans cette manière de voir, l'analogue des acides chloropropionique et chloracétique. On pourrait l'envisager comme dérivant de l'acide benzoïque par substitution (ce qui s'accorde avec ses propriétés), ou bien comme une substance appartenant au type : $H_2O + HCl$, et contenant le même radical que l'acide salicylique (ce qui rendrait compte de sa formation et de sa transformation en acide salicylique). On aurait :

Acide chloracétique.	*Acide chloropropionique.*	*Acide chlorobenzoïque.*
$\left.\begin{matrix} C_2 H_2 Cl O \\ H \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} C_3 H_4 Cl O \\ H \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} C_7 H_4 Cl O \\ H \end{matrix}\right\} O$.

ou bien :

$C_2 H_2'' O \left\{\begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}\right.$	$C_3 H_4'' O \left\{\begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}\right.$	$C_7 H_4'' O \left\{\begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}\right.$
H	H	H

L'éther chlorobenzoïque pourrait être représenté par des formules analogues; il correspond, en effet, à l'éther chlorolactique de M. Wurtz (éther chloropropionique) et à l'éther chloroxycarbonique (éther chloroformique). On aurait :

Ether chloroxycarbonique.	*Ether chlorolactique.*	*Ether chlorobenzoïque.*
$\left.\begin{matrix} C\,Cl\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} C_3\,H_4\,Cl\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} C_7\,H_4\,Cl\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} O$

où bien :

$\left.\begin{matrix} C''\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} \begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}$	$\left.\begin{matrix} C_3\,H_4''\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} \begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}$	$\left.\begin{matrix} C_7\,H_4''\,O \\ C_2\,H_5 \end{matrix}\right\} \begin{matrix} Cl \\ O \end{matrix}$

Ces analogies si simples deviennent cependant un peu douteuses par la différence qui existe entre les deux acides chlorobenzoïques ; par celle qui paraît exister entre l'acide benzoïque préparé au moyen de l'acide salicylique et l'acide benzoïque ordinaire; et aussi par l'existence de l'acide oxybenzoïque, qui est isomère de l'acide salicylique et par l'existence de deux acides amidés isomères : l'acide oxybenzamique (acide amidobenzoïque) et l'acide salicylamique.

Dans la série des corps gras, on voit que l'acide acétique donne, par substitution, un acide monochloracétique capable de donner le glycocolle et l'acide glycolique; on sait que l'acide glycolique régénère, par l'action du perchlorure de phosphore, l'acide monochloracétique; on sait de même que l'acide lactique se transforme en acide chloropropionique et en acide propionique; mais on ne connaît jusqu'à présent qu'un seul acide monochloracétique, un seul acide glycolique, etc.

Dans la série des corps aromatiques, toutes ces substances paraissent exister deux fois, c'est-à-dire sous forme de deux modifications isomères. On pourrait donc admettre qu'il existe dans le groupe des corps aromatiques deux séries parallèles et isomères, tandis que dans le groupe des corps gras, il n'existe qu'une seule série, comme l'indique le tableau suivant :

Acide acétique.	*Acide benzoïque ordinaire.*	*Acide benzoïque* (de l'acide salicylique).
$C_2 H'_2 O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H'_5 O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H'_5 O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$
Acide chloracétique.	*Acide chlorobenzoïque* (de MM. L. et v. U.).	*Acide chlorobenzoïque* (de M. Chiozza).
$C_2 H'_2 Cl O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H'_4 Cl O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H'_4 Cl O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$
Glycocolle.	*Acide oxybenzamique.*	*Acide salicylamique.*
$\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N$	$\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N$	$\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} N$
$C_2 H''_2 O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H''_4 H \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$	$C_7 H''_4 O \left.\begin{matrix} \\ H \end{matrix}\right\} O$
Acide glycolique.	*Acide oxybenzoïque.*	*Acide salicylique.*
$\left.\begin{matrix} H \\ C_2 H''_2 O \\ H \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} H \\ C_7 H''_4 O \\ H \end{matrix}\right\} O$	$\left.\begin{matrix} H \\ C_7 H''_4 O \\ H \end{matrix}\right\} O$

Il est à croire que les mêmes réactions qui permettent de passer d'un terme de la première série à un autre, permettent aussi de réaliser les transformations analogues dans les deux autres séries, de manière que la substance formée appartienne toujours à la même série que la substance qui lui donne naissance. Les réactions connues jusqu'à ce jour et celles que je viens de décrire s'ac-

cordent, en effet, avec cette manière de voir. On peut transformer l'acide benzoïque ordinaire en acide chlorobenzoïque (Limpricht et von Uslar), en acide oxybenzamique et en acide oxybenzoïque; et, de plus, on peut transformer l'acide salicylique en acide salicylamique, en acide chlorobenzoïque et en un isomère de l'acide benzoïque.

Je dois cependant signaler un fait qui ne s'accorde pas avec cette séparation si complète de ces deux séries de corps isomères et qui, par conséquent, me paraît mériter toute l'attention des chimistes : c'est que l'acide benzoïque ordinaire est capable de se transformer en acide salicylique. J'ai trouvé, en effet, que l'*acide bromobenzoïque*, préparé, d'après la méthode de M. Peligot, par l'action du brome sur le benzoate d'argent, se comporte exactement comme l'acide chlorobenzoïque préparé par l'acide salicylique. Quand on chauffe un mélange de cet acide avec de l'hydrate de potasse sec et pulvérisé jusqu'à commencement de fusion du mélange, il se forme de l'acide salicylique (1).

En présence de ce fait, dans l'état incomplet de nos connaissances sur l'acide oxybenzoïque et ses dérivés, et alors que le fait même de l'isomérie des deux acides benzoïques n'est pas encore parfaitement établi, il me paraît inutile d'entrer dans l'examen des hypothèses destinées à expliquer l'isomérie de ces deux séries de corps.

Je citerai, en terminant, une expérience que j'ai faite, dans le but de voir si l'acide salicylique se transforme

---

(1) Je rappellerai ici un fait connu depuis longtemps, c'est que le benzoate de cuivre, quand on le décompose par la chaleur, donne naissance à une petite quantité d'acide salicylique.

directement en acide benzoïque par l'action de l'acide iodhydrique, et s'il présente ainsi la réaction qui a permis à M. Lautemann de réduire l'acide lactique en acide propionique. J'ai trouvé que cette réduction n'a pas lieu, mais que l'acide salicylique, chauffé avec de l'eau et de l'acide iodhydrique, se décompose à la température de 280°, en se dédoublant en alcool phénique et en acide carbonique.

Séance du 6 octobre 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Timmermans, Wesmael, Martens, Kickx, Stas, De Koninck, Ad. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, d'Udekem, Dewalque, *membres;* Schwann, *associé;* Ern. Quetelet, *correspondant.*

MM. de Ram et Polain, *membres de la classe des lettres,* assistent à la séance.

CORRESPONDANCE.

Des remercîments sont adressés à l'Académie, pour l'envoi de ses publications, par l'Institut impérial de France, l'Institut de Venise, la Société royale de Göttingue, la Société de physique de Francfort, l'Observatoire royal d'Altona, etc.

La Société royale des sciences d'Upsal fait parvenir ses dernières publications.

M. Chasles, associé de l'Académie, fait hommage d'un *Aperçu historique* sur les porismes d'Euclide qu'il vient de publier. — Remercîments.

— M. Emm. Liais adresse à M. le secrétaire perpétuel les éléments de la comète n° 3 de cette année, qu'il a calculés à l'aide des observations faites au Brésil par la commission scientifique dont le gouvernement de ce pays lui a confié la direction. Ces observations ont eu lieu en juillet. « Je me suis servi, dit M. Liais, pour avoir un plus grand mouvement géocentrique, des observations faites à Paris en juin, les seules qui soient jusqu'ici arrivées à ma connaissance. Le déplacement géocentrique, pendant la durée des observations employées à mon calcul, a dépassé 100 degrés. »

— Les ouvrages manuscrits suivants sont déposés sur le bureau :

1° Notice sur la méthode infinitésimale, par M. Manilius. (Commissaires : MM. Schaar et Brasseur.)

2° Note sur quelques ossements humains fossiles et sur quelques silex taillés, par M. Constantin Malaise. (Commissaires : MM. De Koninck et d'Omalius.)

3° Sur une variété de *Semiotus sanguinicollis* et sur l'*Ixodes Poortmani* (Lucas), par M. Th. Belval, docteur en sciences. (Commissaires : MM. Cantraine et Wesmael.)

CONCOURS DE 1860.

La classe des sciences n'a reçu de réponse qu'à une seule des questions de son programme, savoir : *On demande d'exposer la théorie probable des étoiles filantes et d'indiquer les hauteurs où elles se forment, apparaissent et s'éteignent, en appuyant cette théorie sur les faits observés.*

Les deux mémoires reçus par la classe portent pour devise :

1° *Nocturnasque faces coeli sublime volantes,*
Nonne vides longos flammarum ducere tractus,
In quascumque dedit partes natura meatum.
LUCRETIUS, *De rerum natura*, lib. II.

2° *Un des plus nobles devoirs de l'homme est d'apporter, en raison de ses facultés, son contingent au dépôt commun des sciences.*

(Commissaires : MM. Ad. Quetelet, Duprez et Liagre.)

RAPPORTS.

Notice sur les paratonnerres; par M. J. Jaspar, de Liége.

Rapport de M. F. Duprez.

« L'efficacité d'un paratonnerre dépend surtout de la manière dont est établi le contact entre le conducteur et le sol. Si ce contact est suffisamment intime, la foudre se dispersera dans la terre sans laisser de trace de son pas-

sage; dans le cas contraire, elle pourra abandonner le conducteur et se porter sur le bâtiment qu'il devait protéger. Cette partie de l'établissement des paratonnerres réclame donc toute l'attention des constructeurs. Pour y satisfaire, les instructions relatives au placement de ces appareils prescrivent de terminer le conducteur dans l'eau d'un puits non dallé ou d'une source qui ne tarisse pas, et, à défaut d'eau, dans du charbon de bois fortement calciné. Considérant que cette disposition exige souvent la construction d'un puits ou des travaux analogues onéreux, M. Jaspar propose d'éviter la dépense qui en résulte, en faisant communiquer, dans les villes, les paratonnerres avec les tuyaux de conduite de gaz ou d'eau, lesquels, par leur grand développement, établiraient, d'après lui, un contact plus que suffisant avec la terre. Il pense qu'on engagerait par là les villes à se munir de paratonnerres, et c'est sur ce mode économique de communication avec le sol qu'il demande à l'Académie de vouloir donner son avis.

L'idée de faire servir à l'écoulement et à la dispersion de la foudre les tuyaux métalliques destinés à distribuer le gaz ou l'eau dans les différents endroits d'une ville, a déjà été mise en avant par quelques physiciens. Je crois, pour ma part, que, réalisée dans la pratique, elle pourrait conduire à des résultats dangereux. En effet, on sait que la foudre se porte toujours de préférence sur les corps qui présentent le moins de résistance à son écoulement; on sait aussi que, complétement inoffensive tant qu'elle parcourt un conducteur continu d'une grosseur convenable, elle ne manifeste sa présence par des explosions qu'au moment de sa sortie de ce conducteur et aux environs des points par lesquels cette sortie s'opère. D'après cela, si

l'on suppose que les tuyaux de conduite de gaz ou d'eau, auxquels est intimement liée l'extrémité du conducteur d'un paratonnerre, forment un ensemble continu jouissant partout d'une même conductibilité, la foudre, en s'écoulant, se portera évidemment sur tous les conduits et leurs embranchements, les suivra malgré leur contact avec le sol, comme étant meilleurs conducteurs que ce dernier, et, arrivée à leurs extrémités, ne pourra plus y produire, par suite de sa grande diffusion, que des effets inappréciables. Dans ce cas donc, quand même le terrain qui environne le conducteur souterrain serait partout sec, on n'aurait aucun accident fâcheux à craindre ni pour l'édifice portant le paratonnerre, ni pour les lieux où viennent aboutir les nombreux embranchements des tuyaux. Mais peut-on admettre la condition d'une homogénéité de conductibilité dans toute l'étendue de ces tuyaux? On n'a qu'à réfléchir à la manière dont leurs diverses pièces sont jointes ensemble, pour trouver aux points de jonction des résistances au passage de la foudre, résistances qui, si faibles qu'elles soient, ne peuvent être négligées lorsqu'il s'agit de l'écoulement d'une quantité d'électricité aussi considérable que celle qui constitue un coup de foudre. D'autre part, ces mêmes tuyaux sont sujets à des dérangements pouvant occasionner de véritables solutions de continuité et détruire le contact intime avec le paratonnerre. Il suit de là que la foudre dont le paratonnerre aura été atteint, sera loin de suivre les conduits dans leur ensemble; mais que, trouvant des résistances variables dans les divers sens de son écoulement, elle se portera sur ceux des embranchements pour lesquels ces résistances seront les plus faibles. Dès lors ne doit-on pas craindre qu'elle ne fasse irruption dans les lieux où ces embranchements

se terminent avec une intensité capable d'y produire encore de notables dégâts? Ne serait-ce pas vouloir introduire, de propos délibéré, chez son voisin l'hôte dangereux dont on désire se débarrasser soit-même?

Les considérations précédentes me paraissent suffire pour motiver mon opinion : je considère comme dangereux de terminer les paratonnerres aux conduits de gaz ou d'eau, et j'engage l'Académie à ne point sanctionner par un avis favorable la modification qu'on propose d'apporter à la construction des appareils dont il s'agit. »

Ces conclusions auxquelles se rallie M. Quetelet, second commissaire, sont adoptées par l'Académie.

Sur un hybride de Cirsium; par M. Alf. Wesmael.

Rapport de M. Kickx.

« Quoique l'hybridation soit en général plus rare chez les végétaux spontanés que chez ceux que l'on cultive, on rencontre cependant parmi les premiers certains genres où la tendance au croisement est des plus prononcées. Tel est, entre autres, le genre *Cirsium*. Non-seulement la plupart de ses espèces se croisent avec une ou avec plusieurs de leurs congénères, mais il en est même qui forment entre elles, par un double croisement en sens inverse, deux hybrides différents.

Les *Cirsium palustre* et *oleraceum*, l'un et l'autre indigènes, méritent surtout d'être cités à ce titre. Du *Cirsium oleraceum*, fécondé par le *Cirsium palustre*, naît

le *Cirsium palustri-oleraceum* que Schiede fit connaître le premier et qui fut ensuite décrit successivement par Nœgeli, Grenier, Godron et d'autres; tandis que le *Cirsium palustre*, fécondé à son tour par le *Cirsium oleraceum*, engendre le *Cirsium recedens* Koch, ou *oleraceo-palustre* Nœg., qui fait l'objet de la note de M. Alf. Wesmael. Il va sans dire que ces deux hybrides peuvent, de leur côté, devenir la souche d'une série d'hybrides secondaires.

Pas plus que d'autres produits de l'hybridation, le *Cirsium oleraceo-palustre* n'a de fixité absolue dans ses formes. Elles varient selon que la plante réunit, dans une proportion à peu près égale, les traits caractéristiques de chacun des parents, ou qu'elle se rapproche davantage de l'un ou de l'autre. On sait que ces oscillations sont attribuées par M. Grenier à l'inégalité d'action du pollen sur les ovules des porte-graines.

Si l'on examine sous ce rapport la plante recueillie et décrite par M. Wesmael, on y remarque sans peine, comme l'auteur l'indique avec raison, une prédominance évidente du type paternel, ou du *Cirsium oleraceum*. Koch a fait la même observation (1) pour les individus qu'il avait sous les yeux. Il en résulte que, d'après les vues de M. Grenier, l'hybride dont il s'agit devrait être appelé *Cirsium super-oleraceo-palustre*, la dénomination de Schiede supposant plutôt un état strictement intermédiaire.

Cette plante n'avait pas encore été signalée en Belgique. M. Alf. Wesmael l'a trouvée dans les prairies spongieuses des environs de Peuthy, près de Vilvorde. L'au-

---

(1) *Synop. flor. Germ.*, 3me édition, 3 vol., page 1000.

teur en donne une description aussi complète qu'exacte.

Nous estimons qu'il serait utile d'insérer la note présentée par M. Wesmael dans les *Bulletins.* »

« Je partage entièrement l'opinion de mon savant collègue M. Kickx, « ajoute M. Martens, second commissaire, » sur le mérite de la note de M. Wesmael, et j'adopte les conclusions de son rapport. »

En conséquence de ces rapports, la notice de M. Alf. Wesmael sera insérée dans les *Bulletins*, et des remercîments seront adressés à l'auteur.

—

Sur des ossements fossiles trouvés dans les environs de Saint-Nicolas. Communication de M. le docteur Van Ramdonck.

Rapport de M. H. Nyst.

« L'Académie a bien voulu me charger de lui faire, simultanément avec mes honorables collègues, MM. Van Beneden et De Koninck, un rapport sur les deux communications qui lui ont été adressées en dernier lieu par M. le docteur Van Ramdonck, de Saint-Nicolas.

En accomplissant cette mission, je crois devoir lui faire connaître tout d'abord qu'une grande partie des ossements fossiles qui viennent de nouveau d'être recueillis aux environs de Saint-Nicolas, me paraissent appartenir à des cétacés. M. Van Beneden, qui a reçu la plupart de ces ossements, ainsi que l'annonce M. Van Ramdonck, sera plus à même que moi d'entrer à cet égard dans les

détails scientifiques qui les concernent. Je me bornerai à ajouter aux renseignements sur les argiles rupéliennes que j'ai communiqués à la classe, dans mon rapport précédent, qu'outre les *Leda Deshayesiana*, *Nucula Duchastelii*, *Astarte Kickxii*, *Pecten Hoeninghausii*, *Pleurotoma Selysii* et *Fusus erraticus*, les mêmes argiles renferment aussi (d'après les récentes découvertes de M. Van Ramdonck) les *Nucula Archiacana*, *Cardita Kickxii*, *Axinus Nystii*, *Arca decussata*, *Morio* (*Cassidaria*) *Nystii*, *Natica Nystii* et *Pecten Ryckholtii*, ce qui porte à treize le nombre des espèces caractéristiques de ces argiles. Ce nombre est évidemment encore susceptible d'augmentation, puisque plusieurs des moules que nous avons sous les yeux n'ont pu être déterminés jusqu'à présent avec certitude.

Nous mentionnerons aussi plusieurs dents et vertèbres de poissons qui sont identiques avec celles que l'on trouve dans les mêmes terrains à Boom, Schelle, Niel, Hemixem, Baesele, etc., et qui appartiennent aux genres *Notidanus*, *Galeocerdo*, *Carcharodon*, *Otodus*, *Oxyrhina* et *Lamna*, tous genres dont les espèces sont, pensons-nous, aujourd'hui mal connues.

Il n'est donc plus permis actuellement de douter de l'identité des argiles de Saint-Nicolas avec celles des autres localités limitrophes. Ce résultat est en très-grande partie dû aux recherches de M. Van Ramdonck et à la libéralité avec laquelle il a mis à la disposition des membres de l'Académie les objets recueillis; nous proposons donc à la classe de lui voter des remercîments pour ses intéressantes communications. »

—

Rapport de M. Van Beneden.

« Les fossiles recueillis par M. le docteur Van Ramdonck, depuis sa dernière communication à l'Académie, et qui sont indiqués dans le catalogue qu'il a fait parvenir à l'avant-dernière séance de la classe, appartiennent à trois époques géologiques différentes. La première, dans l'ordre de leur ancienneté, correspond à l'argile rupelienne de Dumont, plus communément connu sous le nom d'argile de Boom; la seconde est celle du *système scaldisien*, désigné généralement sous le nom de *crag*, et dont la province d'Anvers renferme un si riche dépôt; la troisième est l'époque quaternaire, qui a vu disparaître tant de formes remarquables pendant que d'autres disparaissent encore sous nos yeux.

Notre honorable confrère, M. Nyst, s'est occupé surtout du soin de vous faire l'énumération des coquilles intéressantes et caractéristiques recueillies par le docteur Van Ramdonck dans les environs de Saint-Nicolas, et provenant particulièrement de l'argile rupélienne. L'Académie connaît depuis longtemps l'autorité de notre confrère dans cette partie de la paléontologie; aussi nous nous bornerons à indiquer la nature des débris de vertébrés qui nous semblent offrir quelque intérêt.

Parmi les os recueillis dans l'argile rupélienne se trouvent d'abord un grand nombre de dents et de vertèbres de poissons sélaciens, et nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que, malgré leur ancienneté, ces poissons correspondent assez bien génériquement avec ceux qui vivent encore aujourd'hui sur nos côtes. Il y a, sous ce rapport, une différence notable avec les mollusques qui

n'ont plus rien de commun avec ceux qui hantent encore nos parages.

Ainsi, le genre *Lamna*, qui a une espèce dans la mer du Nord, que nos pêcheurs connaissent sous le nom de *Latour*, est représenté par des dents et surtout par des vertèbres le plus souvent isolées, mais très-reconnaissables. M. Van Ramdonck a mis à notre disposition une colonne vertébrale presque complète, qui a parfaitement conservé tous ses caractères.

Des vertèbres d'une espèce de *Carcharias*, voisine du *Carcharias glaucus*, sont aussi très-reconnaissables.

Nous y trouvons également des vertèbres de *Squatina*, dont les caractères ne sont pas douteux non plus et dont une espèce, connue sous le nom de *Squatina angelus* ou de *Zee duyvel* (diable de mer), est d'une telle abondance dans la mer du Nord, que pendant l'été, les pêcheurs en apportent à chaque marée. On y trouve encore des vertèbres de *Scillium* se rapportant à une espèce voisine des *Canicula*, au chien de mer, mais d'une taille plus grande que celle qui vit encore.

Le genre *Spinax* y est également représenté, surtout par des piquants qui indiquent une espèce assez grande, et qui se rapproche du *Spinax acanthias* de nos côtes.

Mais le genre le plus remarquable, qui a, du reste, été reconnu depuis longtemps dans cette même argile, et dont les dents sont si singulièrement conformées, c'est le genre *Notidanus*. Dans nos mers, il n'existe plus de représentant de ce gigantesque plagiostome. Outre les dents, M. Van Ramdonck a recueilli également des débris de vertèbres de ce poisson.

L'existence des Raies, que nous avions reconnue depuis longtemps à leurs boucles cutanées, à Boom et à Basele,

est confirmée de nouveau par quelques boucles recueillies par M. Van Ramdonck, et qui semblent même devoir se rapporter à deux espèces distinctes.

Comme on le pense bien, les poissons osseux ne faisaient pas défaut dans cette mer rupélienne, qui ne pouvait ne pas nourrir d'autres poissons que des voraces plagiostomes; mais leurs débris sont moins bien conservés. M. Van Ramdonck nous a remis toutefois plusieurs fragments très-importants de ces poissons homocerques.

Il y a, 1° des vertèbres que nous n'avons pu déterminer encore, à défaut d'éléments de comparaison, et qui se rapportent à un poisson de la taille des *Scioena aquila;* 2° trois autres vertèbres, probablement d'un même individu, qui se suivent et indiquent un autre poisson de la taille d'un fort églefin, et 3° quelques autres vertèbres plus petites provenant d'un poisson qui n'a pas la moitié de cette dernière dimension. Enfin nous trouvons encore parmi ces débris un fragment fort intéressant de maxillaire inférieure qui facilitera beaucoup la détermination de ces espèces.

L'on sait que les débris d'oiseaux fossiles sont partout fort rares, et l'on en comprend facilement la raison; aussi doit-on faire grand cas de ceux que l'on découvre. M. le docteur Van Ramdonck m'en a remis plusieurs qui proviennent de cette même couche d'argile et qui se rapportent à un oiseau de la taille d'une barge (*Limosa*). Nous avons reconnu la portion supérieure d'un humérus assez bien conservé remarquable par sa largeur et la portion inférieure du même os, mais séparé du premier de manière à ne pas pouvoir en mesurer la longueur; une portion supérieure et une inférieure de tibia également séparées, une surface articulaire supérieure de tarso-métatarsien et quelques autres fragments encore moins bien conservés.

Ces os ont probablement été tous mutilés par la bêche des ouvriers. Pour faciliter, ou plutôt pour rendre possible la détermination de ces os d'oiseaux, nous avons commencé une collection particulière de squelettes.

Les ossements provenant du crag, quoique assez nombreux, se rapportent à des Plésiocètes, et, à l'exception de deux d'entre eux, que nous regardons pour des os propres du nez, de plusieurs caisses de tympan et de quelques os en V, ces pièces sont généralement mutilées et la plupart sans importance.

Une vertèbre de Plésiocète trouvée à Rupelmonde même, se trouve mêlée avec celles de Saint-Nicolas, mais semble avoir été apportée des environs d'Anvers.

Nous avons quelque espoir que les grands travaux qui s'exécutent autour d'Anvers nous faciliteront notre tâche par la découverte de quelques squelettes en place; nous craignons toutefois que les ordres donnés de tout conserver, sans qu'il y ait quelqu'un sur les lieux pour faire un choix, ne fasse négliger les pièces les plus importantes : on n'en recueillera plus, quand on en aura trop à conserver.

Ce qui montre combien il reste à découvrir dans les fouilles conduites avec quelque sagacité, c'est la découverte faite, l'année dernière, à Hemixem, par M. Adriaensens, d'une magnifique tête de Cétacé ziphioïde, que nous regardons comme type sinon d'un genre au moins d'une espèce nouvelle. Je suis allé la voir avec M. Nyst, et le propriétaire ne voulant pas s'en dessaisir, a consenti au moins à l'envoyer le lendemain à la société paléontologique d'Anvers pour la faire mouler. En attendant que nous fassions une étude comparative de cet intéressant Ziphioïde, nous proposons de le désigner sous le nom de *Dioplodon d'Hemixem*. Tout le bec en est conservé jus-

qu'à l'origine des évents, et la partie postérieure du crâne, tout en étant détachée, est restée entière. C'est la première fois, croyons-nous, que l'on découvre une partie de crâne proprement dit de Ziphioïde fossile. Ce que nous avons trouvé de plus remarquable à la première vue, c'est qu'au-devant des orifices des évents, les os maxillaires supérieurs forment avec les intermaxillaires une excavation qui indique peut-être la transition des Ziphius fossiles aux Hypéroodons vivants.

Voici une autre pièce, toute nouvelle pour la science et qui ne contribuera pas moins à compléter l'histoire de ces curieux cétacés.

En 1854, on trouva dans les fouilles faites pour la construction de l'écluse maritime, qui doit faire déboucher le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, sous Anvers, une région cervicale assez complète de grand Cétacé dont les affinités avec les Hypéroodons sautent aux yeux.

Cette pièce porte le n° 1840 du catalogue du musée de Bruxelles.

Les vertèbres sont encore enveloppées d'un sable gris rempli de coquilles parmi lesquelles on distingue facilement plusieurs espèces parfaitement caractérisées.

Les six vertèbres sont complétement réunies et ne forment qu'une seule pièce, tandis que la septième était sans doute séparée du moins par le corps.

Cette région cervicale, par tous ces caractères, se rapproche évidemment des Hyperoodons vivants, et ne laisse pas de doute sur la nature ziphioïde. Reste à savoir à quelle espèce il faut la rapporter.

Comme mes savants amis Eschricht et Gervais l'ont entrevu depuis longtemps, l'*hiatus*, qui semblait d'abord séparer les Ziphius des Cétacés vivants, tend tous les

jours à disparaître. Cette pièce nous apportera peut-être la preuve de cette transition.

Notre honorable confrère, M. le vicomte Du Bus, a bien voulu, dans l'intérêt de la science, mettre cette belle pièce à notre disposition, ainsi qu'un humérus complet de Plésiocète, dont les surfaces sont parfaitement conservées. Nous prions notre savant confrère de recevoir l'expression de notre vive reconnaissance pour ce bienveillant concours.

Nous avons à exprimer ce même sentiment à l'illustre directeur du musée Teylerien de Haerlem, M. le professeur Van Breda, qui, non content de m'envoyer le détail de tout ce que ce riche musée possède sur les Cétacés, a poussé l'obligeance jusqu'à faire dessiner les pièces qui pouvaient le plus m'intéresser. Un des dessins qu'il a eu la bonté de m'envoyer représente une portion de temporal du grand Plésiocète, celle qui loge la caisse du tympan; elle a été trouvée, dit M. Van Breda, sur la frontière orientale de l'Overyssel, près de Eybergen; les autres planches figurent des vertèbres de la même localité, qui me semblent se rapporter au *Delphinus Delannoy*, ainsi qu'un os tympanal de Plésiocète. Nous avons vu aussi avec le plus vif intérêt, dans *Staring's Bodem van Nederland*, qu'on y a trouvé une dent de Squalodon ou de Zeuglodon, mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que ces genres ne sont pas aussi voisins l'un de l'autre qu'on le croit en général : les Squalodons sont de vrais Dauphins, ou plutôt de vrais Cétacés souffleurs, tandis que les Zeuglodons sont des phoques dont le museau était garni d'une trompe.

Il résulte de cette communication du savant directeur du musée Teylerien que les mêmes espèces qui vivaient dans la mer du crag à Anvers, ont laissé également de leurs dépouilles dans la province de la Gueldre.

La liste de fossiles envoyée par M. Van Ramdônck signale enfin une tête d'un animal de très-grande dimension et qui a été retirée du fond de l'Escaut par des pêcheurs. En suivant le contour de la face supérieure, dit M. Van Ramdonck, cette tête est longue de quatre-vingt-sept centimètres; un ruban qui passe par-dessus les arcades zygomatiques mesure soixante et treize centimètres en pourtour. Le croquis de ce crâne est joint à sa lettre et fait voir à l'instant que nous avons affaire au contemporain du Mammouth, dont on trouve presque partout les débris associés avec les siens et qui semble avoir disparu avec lui; on a déjà deviné que nous voulons parler du *Rhinoceros tichorinus.*

Grâce aux soins éclairés de M. le docteur Percy, de Rupelmonde, cette pièce remarquable a été sauvée de la destruction, et il a bien voulu nous en faire don. A l'exception du palais, cette tête est dans un parfait état de conservation, au point que des personnes instruites ont pu croire un instant qu'elle n'était pas fossile.

Il n'est guère douteux que ce crâne ait été enfoui dans le sable qui forme le lit de l'Escaut avec le restant du squelette, et qu'une érosion ait mis toute la dépouille à nu. En effet, ce crâne, surtout à sa base, était couvert de byssus de *Dreissena polymorpha,* et dans les anfractuosités, nous avons trouvé, outre les *Dreissena,* plusieurs autres petites coquilles fluviatiles.

Comme si une partie de notre faune tertiaire et quaternaire devait nous passer sous les yeux à cette occasion, à peine avons-nous reçu de M. Van Ramdonck la nouvelle de cette tête de Rhinocéros, qu'il nous annonce la découverte du contemporain de ce grand pachyderme, le Mammouth, qui a péri probablement en même temps que lui dans les mêmes lieux. En effet, les pêcheurs ont re-

tiré du fond de l'Escaut les débris d'un *Elephas primigenius* mâle et adulte, dont les alvéoles, la base et la partie postérieure du crâne, ainsi que les maxillaires, sont fort bien conservées.

Nous voyons avec bonheur se répandre le goût de la paléontologie, et l'ardeur infatigable du docteur Van Ramdonck n'a pas peu contribué à le développer; non-seulement je me rallie avec empressement aux conclusions de notre savant confrère, M. Nyst, de voter des remercîments à M. le docteur Van Ramdonck, mais la classe ne saurait, à mon avis, assez louer le zèle et le concours généreux que cet habile praticien a mis dans la recherche des débris fossiles des environs de Saint-Nicolas. »

M. De Koninck, deuxième commissaire pour l'examen du travail de M. Van Ramdonck, fait connaître les motifs qui l'ont empêché de rédiger un rapport. La classe adopte les conclusions présentées par les deux autres commissaires, et décide que des remercîments seront adressés à l'auteur de la communication qui lui a été faite.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Sur les étoiles filantes du 7 au 11 août 1860, déterminées à l'Observatoire de Bruxelles; notice de M. Ad. Quetelet.

Les étoiles filantes de la période d'été ont pu être observées cette année à Bruxelles. La soirée du 10 était assez belle. On a pu, en outre, observer le 7, le 9 et le 11, mais

ces trois jours le ciel était peu favorable. Le tableau suivant présente le nombre d'étoiles filantes comptées par heure.

DATES.	HEURES.	NOMBRE d'étoiles observées.	ÉTOILES par heure.	OBSERVATEURS.
1860, août 7	10^h36^m à 11^h13^m	11	17	Ad. Quetelet, Ern. Quetelet, Clays.
— 9	10 38 à 11 38	20	20	Ern. Quetelet, Clays.
— 10	10 12 à 11 12	62	62	Ad. Quetelet, Ern. Quetelet, Clays, Hooreman.
— 10	11 23 à 11 53	24	48	Ern. Quetelet, Clays, Hooreman.
— 11	10 2 à 11 2	24	24	Ad. Quetelet, Ern. Quetelet, Clays.
	4^h8^m d'observat.	141 météores.		

Le 11, il n'y a eu trois observateurs que pendant une demi-heure.

Si l'on groupe les étoiles filantes, d'après l'ordre de grandeur et d'après leurs directions, on trouve :

DATES.	1re grandeur.	2me grandeur.	3me grandeur.	4me grandeur.	5me grandeur.	NOMBRE total.
1860, août 7	3	2	2	4	0	11
— 9	7	7	5	1	0	20
— 10	17	27	31	8	3	86
— 11	5	5	10	3	1	24
TOTAL. . .	32	41	48	16	4	141

La direction des étoiles filantes était :

DATES.	N.	NE.	E.	SE.	S.	SO.	O.	NO.
1860, août 7	1	0	0	1	3	4	1	1
— 9	0	1	0	1	5	9	0	3
— 10	4	1	1	11	19	39	8	3
— 11	1	0	1	0	4	13	2	3
TOTAL. . .	6	2	2	13	31	65	12	10

Le petit nombre d'étoiles filantes des plus faibles grandeurs doit être attribué à l'état de l'atmosphère. Les étoiles des grandeurs 4 et 5 étaient à peine visibles. Le rayonnement se faisait en général d'un point à peu près central, et la plus grande partie des étoiles filantes se dirigeaient vers le SO.

Sur les étoiles filantes du 10 août ; Lettre de M. le professeur Duprez à M. Ad. Quetelet.

Gand, 24 août 1860.

«... Je vous communique les résultats de mes observations relatives aux étoiles filantes périodiques du mois d'août. Je n'ai observé que pendant les nuits du 10 et du 11. Dans la première de ces deux nuits, de 10 à 12 heures, et dans une partie du ciel comprise entre le NNS. et le SE., pouvant équivaloir à un sixième environ, j'ai vu ap-

paraître 34 étoiles filantes, et dans la seconde, de 9 h. 40 m. à 11 h. 15 m., je n'en ai compté que 15. En rapportant au zénith les trajectoires de ces étoiles filantes, je trouve :

	NUIT DU 10.	NUIT DU 11.
Du N. au S. . . .	5	2 étoiles filantes.
Du NNE. au SSO. .	1	» —
Du NE. au SO. . .	9	3 —
De l'ENE. à l'OSO. .	1	» —
De l'E. à l'O. . . .	4	1 —
Du SE. au NO. . .	3	1 —
Du S. au N. . . .	3	» —
Du SO. au NE. . .	1	3 —
De l'O. à l'E. . . .	3	3 —
De l'ONO. à l'ESE. .	1	» —
Du NO. au SE. . .	3	2 —
	34	15 étoiles filantes.

» Parmi les météores observés dans la nuit du 10, il en est surtout un qui s'est fait remarquer par sa grandeur et son vif éclat. Ce météore s'est montré vers 10 h. 4 m.; son mouvement du SO. au NE. était lent; il s'est éteint près de Persée, et sa traînée, qui était très-longue, présentait la particularité d'être discontinue et de passer successivement du jaune au vert et au rouge.

» J'ai aperçu ici l'aurore boréale du 10 au 11 août dont M. Coulvier-Gravier a entretenu l'Institut, dans sa séance du 13 de ce mois. Je n'ai pu suivre toutes les phases de cette aurore, à cause des objets qui me cachaient en grande partie la région du ciel où le phénomène se manifestait. Pour le lieu d'observation que j'occupais, la plus grande intensité s'est montré, vers $11^h\ 20^m$; des rayons blancs s'élevaient alors du NNO. et illuminaient assez fortement le ciel. »

—

Sur les étoiles filantes du 10 août et sur les phénomènes périodiques en général. Lettre de M. Édouard C. Herrick à M. Ad. Quetelet.

New-Haven, Connecticut, 5 septembre 1860

«..... C'est comme un devoir que je vous transmets les observations sur les météores périodiques du mois d'août : vous remarquerez qu'ils présentent essentiellement le même caractère que vous leur avez trouvé, quand vous avez appelé sur eux l'attention des savants en 1837. Toute autre apparition périodique a cessé, celle-ci se maintient seule sans éprouver de changement. Nous ne pouvons douter qu'une zone de millions de petits corps cosmiques n'entourent le soleil et ne coupent l'écliptique à la place qu'indiquent les dates du 8 au 12 août; car bien certainement une masse plus dense de ces corpuscules coupe l'orbite de la terre, puisque nous sommes constamment plongés dans cette zone météorique.

» Nous avons été extrêmement heureux, cette année, en obtenant de bonnes observations sur les étoiles filantes du mois d'août, comme je vais l'exposer avec quelque détail.

» 1. A *New-Haven,* dans le Connecticut, j'observais au sommet d'un bâtiment élevé, assisté par sir W. Gibbs J^r^, Charles Tomlinson, sir W. Johnson, W. C. Johnston, H. W. Siglar et J. B. Chase; mais, entre 2 et 3 heures du matin, il n'y avait que six observateurs. Chaque météore était annoncé à haute voix, et aucun n'était compté deux fois. Depuis 10 h. du soir, le 9 août, jusqu'à 3 h. du matin, le 10, nous avons observé 565 différentes étoiles filantes,

distribuées de la manière suivante :

	10 à 11 heures du soir.	11 à 12 heures du soir.	0 à 1 heure du matin.	1 à 2 heures du matin.	2 à 3 heures du matin.
NE. . .	29	14	19	24	30
SE. . .	30	22	27	25	20
SO. . .	35	47	44	31	65
NO. . .	11	18	17	17	40
	105	101	107	97	155

Durant cette période, le ciel était clair, excepté pendant un temps très-court, entre 1 et 2 heures du matin; quelques nuages se montraient vers l'ouest; la lune, a son dernier quartier, gênait l'observation après 11 heures du soir, et cachait probablement le tiers des météores qu'on aurait pu apercevoir en son absence. Nous avons vu aussi 18 météores, seulement à 10 heures du soir, et 5 météores à 3 heures du matin : ce qui forme un total de 588 étoiles filantes, observées dans l'espace de cinq heures et dix minutes. Peu après 3 heures du matin, le brouillard se forma rapidement.

» Nous comptions chaque étoile dans la région où elle devenait visible : plusieurs laissaient des traces lumineuses, mais il n'y en avait aucune de véritablement remarquable. La majorité était moindre que des étoiles de seconde grandeur, mais plusieurs étaient brillantes comme des étoiles de première grandeur, et peu l'étaient davantage. Il était manifeste que presque toutes avaient une direction sud-ouest, et trois quarts au moins se mouvaient dans des trajectoires qui coupaient la voûte céleste dans le voisinage de la main armée de Persée. Si la lune avait été absente, nous aurions probablement

vu 800 étoiles filantes pendant la durée de nos observations.

» *A New-Haven*, pendant les nuits entières des 8, 10, 11, 12 et 13 août, le ciel était totalement couvert.

» Les aurores boréales ont été très-fréquentes dans ces climats durant l'été. Mais ont-elles quelques rapports avec les étoiles filantes? Probablement non.

» 2. *A Chicago* (Illinois). Des observations ont été faites par M. Francis Bradley, et heureusement elles ont pu être prolongées pendant la plus grande partie de la nuit du 10 au 11, quand le ciel, à New-Haven, était voilé.

» Dans la soirée du 8 août 1860, M. Bradley, observant seul depuis 10 h. 30 m. jusqu'à minuit, ne vit que huit étoiles filantes; mais le ciel était à peu près couvert.

» Dans la nuit du 9 août, de 11 h. 30 m. jusqu'à 1 h. du matin, il observa également seul; le 10 août, il remarqua 57 étoiles filantes, dont 41 furent comptées pendant la dernière heure : le ciel, avant cette heure, avait été couvert de petits cumulus.

» Dans la nuit du 10 août, M. Bradley était assisté par Mme E.-P. Marsh, W. Dickinson, H.-E. Chesbrough et J.-H. Scupham. Du 10 au 11 août, entre 11 heures du soir et 2 heures du matin, ils observèrent 384 étoiles filantes comme il suit :

	11 à 12 heures du soir.	12 à 1 heure du matin.	1 à 2 heures du matin.
NE. . . .	23	25	15
E. . . .	40	31	19
S. . . .	26	35	15
SO. . . .	32	35	24
NO. . . .	22	22	22
	143	146	95

Pendant la dernière heure, il se forma des nuages en nombre si grand, qu'à 2 heures le ciel était à moitié couvert; les observateurs durent par conséquent terminer leurs travaux. Après minuit, la lune gêna jusqu'à certain point. De tous les météores aperçus, environ 30 s'écartaient de la direction ordinaire du point de radiation, qui, pour la nuit du 10 au 11, était un cercle d'environ deux degrés en diamètre et dont le centre était en ascension droite à 2 h. 8 m. et en distance polaire, à 29°.

» L'aurore boréale était visible, chaque nuit, et elle le fut principalement dans la nuit du 10 au 11.

» Il résulte des observations précédentes que, nonobstant ces contrariétés, la nuit du 10 au 11 août a été tout aussi remarquable en étoiles filantes que les années précédentes; et elle a présenté généralement plus de météores que les nuits de même date, qui ont ou précédé ou suivi. L'instant de l'apparition de ce phénomène semble s'avancer très-lentement dans le cours d'une année, et peut-être pourrait-on regarder cette avance comme étant à peu près d'un jour en un siècle.

» Pendant l'année précédente, plusieurs globes météoriques très-brillants ont été aperçus dans les États-Unis : j'en mentionnerai trois seulement.

» 1. Le 15 novembre 1859, à 9 $^1/_2$ heures du matin, un météore fut aperçu *en plein jour* et par un ciel pur; il était d'une intensité brillante et diversement estimé pour sa grandeur; les uns le faisaient aussi grand et d'autres de la moitié du diamètre du soleil. Un examen des différentes observations prouve que la trajectoire de ce météore se rapprochait de l'ouest, qu'il était incliné sur la verticale d'environ 35°, et que ce globe devenait lumineux quand il fut à plus de 100 milles anglais au-dessus de l'horizon.

Le temps de sa course visible ne fut pas de plus de deux secondes, et sa vitesse absolue paraît ne pas avoir été moindre de 30 milles par seconde. Il fit explosion deux ou plusieurs fois avec un bruit très-intense; il en résulta une colonne de fumée à peu près verticale de 1000 pieds de diamètre et probablement de plusieurs milles de hauteur. Ceci se passait à Dennisville, au comté de Cape May, dans le Nouveau-Jersey. Jusqu'à présent, on n'a trouvé aucun fragment de ce météore; il paraît probable que l'excessive chaleur, produite par un mouvement si rapide, a dissipé ce corps en entier.

» 2. Le 1er mai 1860, quelques minutes avant 1 heure de l'après-midi, pendant un soleil très-fort et un ciel couvert en partie, un météore en apparence aussi grand que la pleine lune apparut dans la partie nord de l'État d'Ohio. Il éclata avec un bruit intense et plusieurs fragments sont tombés dans le voisinage de la Nouvelle-Concorde, comté de Michingan (Ohio). On a déjà trouvé une trentaine de pierres; la plus considérable pèse 103 livres. La pesanteur spécifique est de 3,5417, et, dans son ensemble, la substance de la plupart de ces pierres météoriques est connue. Une analyse chimique en a été donnée dans le *Journal américain des sciences de New-Haven*, pour juillet 1860.

» 3. Le 20 juillet 1860, vers 9 3/4 heures du soir, on vit un globe très-brillant, d'ample dimension et se mouvant avec lenteur dans une traînée visible de près d'un millier de milles. Ce météore fut observé par des milliers de personnes dans les États du Nord et du centre (États-Unis), et les éléments de sa trajectoire ont été rapidement calculés. Son mouvement apparent était très-lent, et, par conséquent, sa direction était à peu près celle de la terre

dans son orbite. La portion visible de sa trajectoire s'étendait de la partie nord du lac Michingan au-dessus de Buffalo et Elmira (N.-Y.), Greenwich (Connecticut), et l'océan Atlantique. Dans son plus grand voisinage de la terre, sa hauteur était d'environ 41 milles de hauteur. Sa grandeur apparente était la moitié de celle de la pleine lune, et il produisit au moins deux explosions dans son passage. On n'en a pas encore trouvé de fragments.

» En mars et en avril derniers, plusieurs de nous se sont réunis dans le dessein de découvrir le passage de la planète Lescarbault ou de quelque autre astre qui aurait pu passer devant le disque solaire. Nous observions au moyen du télescope, autant que le temps le permettait, mais nous n'avons pas découvert de planète. Toutes les observations, dans les différentes parties du monde, ont été également sans succès.

» Les aurores boréales ont été extrêmement fréquentes ici pendant cet été, mais je n'ai pu en prendre note, mon temps étant consacré à d'autres affaires.

» M'occupant de vos intéressantes recherches concernant les phénomènes périodiques, je crois devoir mentionner une circonstance qui confirme ce qu'on peut regarder comme un fait bien établi en entomologie : des quantités considérables d'un certain genre d'insectes hémiptères, la *Cicada septendecim* de Linné, apparut en juin dernier dans le voisinage de New-Haven et dans des endroits où elles n'ont pas été vues depuis l'année 1843. Au mois de juin 1843, j'ai observé ici le même insecte en grande quantité ; et il est bien prouvé que pendant trois périodes au moins, il a régulièrement réapparu ici tous les *dix-sept ans*, et n'a *pas* été aperçu dans les années intermédiaires. Cet insecte remarquable reste dans sa larve

à l'intérieur de la terre et à l'état de chrysalide pendant dix-sept années; il réapparaît régulièrement. Vous trouverez un bon mémoire sur cet insecte dans l'ouvrage de T.-W. Harris, *Traité des insectes de la Nouvelle-Angleterre, nuisibles à la végétation;* in-8°, 1842. Cambridge, Massachusets, 1re édition.

» Le 7 septembre 1860, une magnifique aurore boréale s'est produite ici dans la soirée, mais je ne l'ai point observée après 9 heures du soir. On dit que, plus tard, il s'est formé une couronne lumineuse. »

Note sur les principales perturbations magnétiques de 1860, par M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

Les années 1859 et 1860 présentent un assez grand nombre de perturbations magnétiques. Les plus prononcées de 1860 ont été observées aux époques suivantes : 12 mars, 28 au 29 mars, 9 au 10 avril, 30 juin au 2 juillet, 7 au 13 août, 7 septembre, 16 septembre. On a observé en même temps deux aurores boréales à Bruxelles, le 9 avril et le 10 août, la même nuit qui est remarquable par le retour périodique des étoiles filantes.

Je me bornerai à présenter ici quelques-uns des nombres les plus marquants des perturbations de ces deux derniers mois.

DATES.	HEURES.	DÉCLINAISON. Échelle particulière.	INTENSITÉ horizontale.	THERMOMÈTRE Fahrenheit.
		d	d	
1860, août 7	9h 10m matin. . .	65,74	2,13	63°,3
	9 55 — . . .	57,87	6,37	63,4
	10 25 — . . .	58,40	7,33	63,9
— 8	Midi.	58,16	8,31	63,6
	3 0 soir.	59,12	17,96	63,3
	4 7 —	48,94	28,00	63,2
	5 0 —	59,57	17,00	63,1
	6 0 —	59,05	11,35	62,9
— 9	Midi.	58,54	9,30	62,3
	3 0 soir.	60,04	13,70	62,4
— 10	Midi.	58,40	7,83	62,5
	3 0 soir.	58,74	11,47	62,1
	Minuit 30 minutes.	59,54	5,80	61,2
— 11	9 0 matin. . . .	61,58	7,63	61,0
	3 0 soir.	58,98	10,55	62,0
— 12	9 0 matin. . . .	60,84	4,21	60,9
	3 0 soir.	54,38	18,55	62,0
	7 30 —	58,62	8,44	61,8
— sept. 7	9 0 matin. . . .	57,91	2,62	61,5
	1 40 soir.	55,59	9,44	63,0
	3 0 —	53,78	9,90	64,3
— 15	9 0 —	61,90	11,70	62,1
— 16	9 0 matin. . . .	60,31	7,09	61,0
	11 0 —	57,16	5,58	61,2
	3 0 soir.	59,10	8,22	62,1

Il paraît, en outre, que, lors de la grande perturbation du mois d'août, on a éprouvé en Amérique plusieurs secousses de tremblement de terre. Les correspondances parlent d'une secousse ressentie, le 4 août, dans la Caroline et d'une autre au Kentucky, le 7 du même mois. A Brousse, en Asie Mineure, on a également ressenti

deux secousses de tremblement de terre le 7 septembre.

Si l'on veut réduire les déclinaisons en valeur absolue, on pourra y parvenir facilement par la petite table suivante :

55d	=	19° 38'5
60	=	19 26,9
65	=	19 15,3

Aurores boréales observées pendant le mois d'août 1860; communication de M. le professeur Heis, de Münster.

1. Aurore boréale du 8 au 9 août, observée à Naugardt (Prusse), par M. Klopsch, de 9 h. 40 m. à 10 h. 50 m.; à Münster et à Athènes par M. J. Schmidt, de 8 h. 1/2 à 10 h. Perturbations magnétiques observées à Prague, Paris, Provence, Livourne et Rome.

2. Aurore boréale du 9 au 10 août, observée à Naugardt, à Dramesberg (Prusse), par M. Feldt, de 10 h. à 12h.; à Lauenenbourg (Poméranie), à Prague, par M. Karlinski, à Dresde de 9 h. 1/4 à 12 h., à Paris et à Athènes.

3. Aurore boréale du 10 au 11 août, observée à l'île de Vorderaey et à Paris (1).

4. Aurore boréale du 11 au 12 août, observée en Westphalie et à Prague.

5. Aurore boréale du 12 au 13 août, observée à Emden, par M. le docteur Prestel et à Rheine en Westphalie.

6. Aurore boréale du 14 au 15 août, observée à Athènes,

---

(1) Cette aurore boréale a aussi été remarquée à Bruxelles, comme on peut le voir par l'article précédent.

par M. Schmidt. Tout le ciel fut éclairé par une lumière phosphorescente.

7 Aurore boréale du 25 au 26 août, de 7 ½ à 10 ½ h., observée à Velde en Westphalie.

—

Relevé des perturbations qui ont été constatées à Bruxelles dans le service des lignes télégraphiques les 8, 9, 10, 11 *et* 12 *août* 1860; communiqué le 13 août par M. Vinchant, ingénieur en chef des télégraphes.

Journée du 8 *août.* — Lignes de l'est : Interruption de 2 h. 55 m. à 4 h. 36 m. de relevée sur la ligne directe de Bruxelles à Berlin. Pas de dérangement sensible avec Liége, Verviers et Cologne.

Lignes de l'ouest. — Mêmes heures : Interruption sur les trois lignes de Londres. Toutefois, sur l'un des fils, communication rétablie à 3 h. 50 m. On recevait de temps à autre des courants d'une certaine durée.

Avec Ostende, Gand et Lille, légères perturbations.

Lignes du midi. — Fil direct de Bruxelles à Paris par Quiévrain, Douai et Amiens : Interruption de 2 à 5 h. du soir.

Fil direct sur Paris par Haumont et Saint-Quentin : Interruption de 1 h. à 5 h. 30 m.

De 3 à 6 h., perturbations fréquentes dans les communications avec Mons, Valenciennes et Charleroi.

Pas de dérangement avec la ligne du nord et la Hollande.

Journée du 9 *août.* — Rien vers l'est ni vers le nord.

Lignes de l'ouest. — Correspondance difficile, mais sans

interruption complète, à diverses reprises (midi, 2 h. 30 m., 7 h. 30 m., 8 h. 38 m. du soir).

Lignes du midi. — Mêmes observations.

Journée du 10 *août.* — Rien au nord.

Lignes de l'est. — Courant continu reçu dans les appareils vers Berlin et Cologne, à 11 h. 20 m. et 11 h. 50 m. du soir. Le courant cesse vers 1 h. 30 m., ce qui permet de rétablir la correspondance.

Lignes de l'ouest. — Même observation, à la même heure, sur les deux fils de Londres. — En outre, un courant atmosphérique a été remarqué sur l'un d'eux entre 9 et 10 h. du matin, sur l'autre de 4 h. 30 m. à 5 h. du soir.

Les fils du service intérieur ont participé plus ou moins à ces phénomènes, et la sonnerie de nuit de la station de Gand a résonné vers 11 h. 30 m. du soir. Un employé a été appelé et s'est mis en relation avec Bruxelles, qui lui a dit la cause de l'appel apparent.

Le même appel était parvenu à Ostende, le 9, août vers 10^{h} du soir.

Journée du 11 *août.* — Rien au nord ni à l'est.

Courants intermittents, de 9 à 10 h. du matin sur les lignes de Paris et de Londres. — L'interruption complète est de courte durée, mais l'effet persiste, de manière à gêner la correspondance pendant une partie de la matinée.

Journée du 12 *août.* — Lignes de l'est : Courants intermittents sur le fil de Berlin de 10 h. du matin à 3 h. 30 m. de relevée. — Mêmes courants sur le fil de Cologne vers 3 h. 30 m.

Lignes de l'ouest : Même observation sur les trois fils de Londres, de 10 à 5 h.

Lignes du midi : Même observation sur les deux fils de

Paris, de 10 h. du matin à 7 h. du soir.—On a pu échanger un certain nombre de télégrammes, mais il y a eu de fréquentes interruptions.

Dans le service intérieur, on a constaté des perturbations dans lesquelles la forte pluie a eu une certaine part. Il n'y a pas eu d'interruption complète.

Pas d'observation pendant la nuit du 12 au 13. La nuit qui suit le dimanche est toujours sans besogne télégraphique.

Le télégramme météorologique d'Amsterdam signale une aurore boréale dans la soirée du 12, et une forte inquiétude magnétique. — Il est remarquable que nous n'ayons pas eu de perturbation, pendant les cinq jours, sur nos fils directs d'Amsterdam et de Rotterdam.

Le 13 jusqu'à 10 h. 30 m. du matin, pas de perturbation.

—

Occultation des pléiades, observée à l'Observatoire royal de Bruxelles, le 6 septembre 1860.

Comme nous l'avons annoncé dans plusieurs de nos précédentes séances, M. Bache, associé de l'Académie et chargé de la triangulation des États-Unis d'Amérique, a demandé au directeur de l'observatoire royal de Bruxelles d'observer en correspondance l'occultation des pléiades. Nous donnerons ici les résultats obtenus le 6 septembre.

Les heures sont données en temps sidéral de Bruxelles.

Le ciel était peu favorable, nuageux pendant la première partie de la nuit et ensuite couvert d'un brouillard assez épais, qui n'a pas permis de prolonger les observations après 2 heures du matin.

NUMÉRO de L'ÉTOILE.	IMMERSION au bord éclairé.	OBSERVATEURS.	NUMÉRO de L'ÉTOILE.	EMERSION au bord sombre.	OBSERVATEURS.
17	22h 32m 21s,4	EQ.	21	23h 59m 23s,2?	EQ.
»	» » 21,5	H.	31	0 2 7,6	EQ.
34	23 10 21,3?	EQ.	23	0 8 20,7?	EQ.
»	» » 23,6?	H.	26	0 9 46,5	EQ.
41	23 57 34,7	EQ.	27	0 10 53,1	EQ.
»	» » 31,7	H.	34	0 15 12,1	EQ.
42	23 58 35,2?	EQ.	»	» » 12,1	H.
»	» » 40,4?	H.	39	0 40 56,5	EQ.
EMERSION AU BORD SOMBRE.			41	1 1 26,3	EQ.
16	23h 24m 59s,1	EQ.	»	» » 26,6	H.
17	23 35 59,1	AQ.	42	1 9 20,2?	EQ.
»	» » 59,2	EQ.	»	» » 25,9	H.
28	23 43 48,4	H.	45	1 14 40,2	EQ.

Les entrées des nos 34 et 42 sont notées comme fort douteuses.

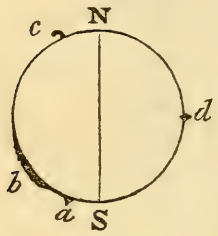
Il en est de même des sorties des nos 21, 23 et 42.

—

Sur les protubérances rouges observées pendant l'éclipse de soleil du 18 juillet 1860. Lettre de M. Lamont, associé de l'Académie, à M. Ad. Quetelet, directeur de l'observatoire de Bruxelles.

« Je suis occupé, en ce moment, à rédiger un mémoire sur l'éclipse totale de soleil du 18 juillet, que j'ai observée à *Castellon-de-la-Plana*, près de Valence, en Espagne; mais, comme probablement mon mémoire ne paraîtra pas avant la fin de l'année, j'ai pensé que des détails sur ce

phénomène remarquable pourront vous intéresser. Ce qui m'a fait entreprendre le voyage en Espagne, c'était principalement l'espérance de pouvoir étudier les protubérances rouges qu'on a observées dans la plupart des éclipses totales : je voulais en déterminer la position, la grandeur et les changements. Quant à l'observation, toutes les circonstances étaient aussi favorables que j'aurais pu le désirer : le ciel était parfaitement serein, l'atmosphère tranquille, et les protubérances se sont manifestées en assez grand nombre et avec un éclat magnifique.



» A peine le soleil était-il couvert par le disque de la lune, que j'aperçus en *a* une protubérance couleur de rose, un peu pâle; la figure ressemblait à une montagne isolée. L'angle de position compté du nord par l'est était de 160°, et la hauteur fut estimée à une minute. Immédiatement après, je remarquai en *b* une seconde protubérance composée d'un grand nombre de petits nuages blancs bordés d'une teinte rouge : l'angle de position était de 135°. Plus haut, en *c*, il y avait une protubérance d'un rouge vif, irrégulier, courbée un peu à l'extrémité extérieure : la position était de 30° et la hauteur de plus d'une minute. A l'ouest, il ne parut rien de remarquable au commencement; mais à 1^m 42^s secondes après le commencement de la totalité, la pointe d'une protubérance rouge se montra en *d*. L'angle de position était de 270°, et la hauteur augmenta assez rapidement, tandis que les protubérances *a* et *c*, qui d'abord semblaient ne pas changer de hauteur, commencèrent à diminuer, et disparurent quelques instants avant la fin de la totalité. Je dois encore ajouter que la forme de la protubérance *a*, sur laquelle j'avais spécia-

lement dirigé mon attention, a changée totalement peu après son apparition, et qu'au lieu d'un seul cône, elle prit une figure qui avait quelque ressemblance avec une demi-lune, les deux cornes dirigées au dehors.

» Je pouvais distinguer le contour de la lune cinq minutes après la fin de la totalité, et je remarquais en particulier un petit nuage sur le bord de cet astre, à peu près à l'endroit où j'avais vu la protubérance *c*.

» Quant à la nature des protubérances, mes observations n'ont fourni aucune indication que je puisse considérer comme *décisive*. On peut supposer que le soleil soit couvert de nuages dont la forme et la couleur changent instantanément et dont l'existence ne se manifeste pour nous que dans les éclipses totales. De cette manière on obtient une explication, mais la science n'y gagne rien. Il n'y a aucun phénomène qu'il ne serait facile d'expliquer, s'il était permis d'introduire, sans aucun égard à l'analogie, les substances, les propriétés, les lois dont on aurait besoin dans chaque cas particulier.

» Ce qui dans la science forme le but de nos recherches, ce n'est pas une simple explication, c'est la connexion des phénomènes, et il ne faut avoir recours à des substances et des lois nouvelles que quand il n'existe aucune analogie avec les phénomènes connus.

» Dans le cas dont il s'agit ici, l'optique offre des phénomènes analogues. Les rayons du soleil en rasant le bord de la lune doivent *nécessairement* produire des phénomènes de diffraction et d'interférence; de plus la lumière qui parvient à l'observateur d'une éclipse totale, passe à travers une atmosphère remplie de vapeur plus ou moins condensée par la dépression de la température, circonstance dont j'ai indiqué les effets dans mon *Jahresbericht*

pour 1854 et 1858. Au reste, il faut convenir que l'application des lois connues de l'optique offre de grandes difficultés, parce qu'il est impossible dans l'expérience d'imiter les conditions qui existent dans la nature. Quant à moi, je ne doute pas que les lois de l'optique suffisent pour expliquer les phénomènes des éclipses totales, mais je suis en même temps persuadé que les observations qui ont été recueillies jusqu'ici sont trop incomplètes pour servir de base à une théorie.

» M. Carl, qui depuis trois ans observe assidûment, à l'observatoire de Munich, les taches du soleil, a reconnu qu'il n'y en avait qu'un très-petit nombre qui naissent ou disparaissent sur l'hémisphère visible : c'est sur l'hémisphère opposée que s'opèrent les grands mouvements qui produisent ou font disparaître les taches solaires. Ce fait remarquable fut annoncé pour la première fois dans les *Astronomische Nachrichten* n° 1237, et se trouve constaté par les observations faites depuis cette époque. M. Carl trouve le rapport des deux hémisphères :

1 : 19 pour les taches nouvelles,
1 : 26 pour les taches qui disparaissent.

» A cette occasion, je ferai remarquer que l'hypothèse d'Arago selon laquelle la photosphère du soleil serait une couche de gaz inflammable est inadmissible, comme je l'ai fait voir dans une note présentée à l'Académie de Munich en 1856 et publiée dans les *Gelehrte Anzeigen* de la même année. »

—

Sur des débris d'animaux fossiles trouvés près de Nivelles. Lettre de M. Ch. Montigny, correspondant de l'Académie, à M. Ad. Quetelet.

« Je vous prie de vouloir transmettre à la classe des sciences quelques indications sur la découverte du squelette d'un fossile du genre éléphant ou mammouth que l'on fit à Felhuy, près Nivelles, il y a plusieurs années, lors du creusement du canal de Charleroi à Bruxelles, sous le gouvernement des Pays-Bas. Ces indications m'ont été données par M. le docteur Cloquet, qui, à la vérité, n'habitait pas Felhuy à cette époque; mais il les a recueillies de plusieurs habitants de la localité : l'un d'eux a donné à M. Cloquet quelques débris du fossile.

» Le squelette entier, paraît-il, a été trouvé dans le lit du canal que l'on creusait. La majeure partie des débris de ce squelette, après avoir été plus ou moins mutilés par les ouvriers, ont été enfouis sous le rivage, à quelques pas du canal. Les pièces que M. le docteur Cloquet possède, et que j'ai vues récemment, consistent en portions de dents molaires volumineuses et une partie de défense. Les premières sont formées de lames épaisses soudées ensemble: elles n'ont pas de racines. Le plus gros de ces fragments est encore composé de neuf lames. La partie de défense, qui paraît avoir été sciée vers l'extrémité la plus amincie de l'organe, a dix-huit centimètres de longueur environ. Son ivoire est en grande partie intact, quoique altéré en certains points.... »

—

Synopsis des Agrionines, *Dernière légion :* Protonevra; par M. Edm. de Selys-Longchamps, membre de l'Académie.

Il y a quelques mois (2 juin 1860), je présentais à l'Académie un premier travail sur les *Agrionines*, comprenant la première légion, celle des *Pseudostigma.*

Je continue maintenant ce *Synopsis*, en apportant la description des genres et espèces de la dernière légion, celle des *Protonevra.*

Les groupes les plus éloignés se trouvent ainsi terminés; et il me restera précisément à faire connaître les légions intermédiaires, dont les espèces sont fort nombreuses, et sur la classification desquelles M. Hagen et moi ne sommes pas entièrement fixés, en ce qui concerne la série à suivre. C'est pourquoi je n'assigne pas encore de numéro d'ordre à la légion des *Protonevra;* me bornant à la qualifier de *dernière,* parce qu'en effet, par la simplicité de la réticulation des ailes, elle me semble se placer à la fin de la sous-famille, comme également à la fin de tous les Odonates.

J'appelle *incomplètes* les Agrionines de cette sous-division, parce que, chez elles, le secteur inférieur du triangle est nul ou rudimentaire (1).

---

(1) Le secteur inférieur du triangle, lorsqu'il existe, est la veine longitudinale qui se détache du bord postérieur de l'aile ou de la première nervule basale transverse, au point à peu près où l'aile cesse d'être pétiolée. Dans la plupart des groupes de *Protonevra,* il existe d'une façon rudimentaire, alors il ne dépasse pas, en tous cas, le bout de l'espace qui se trouve au-dessous du quadrilatère, soit qu'il le divise parallèlement (sous-genres *Peristicta*, *Dis-*

Sur les trente-deux espèces que je signale, cinq étaient décrites (une par Drury, une par Burmeister et trois par Rambur), mais les auteurs qui les ont eues sous les yeux n'ont pas remarqué le caractère important qui distingue leur réticulation de celle des autres Agrionidées et de tous les autres Odonates (1).

Parmi les vingt-sept espèces décrites pour la première fois, il y en a treize que j'ai déterminées, et quatorze que M. Hagen m'a fait connaître. Mon fidèle collaborateur a étudié et dessiné avec soin la lèvre inférieure, la base des antennes et les appendices anals des mâles; et ces recherches m'ont permis d'améliorer et de compléter la classification, que j'avais d'abord basée presque uniquement sur les détails de la réticulation des ailes.

Nous divisons la légion des *Protonevra* en trois grands genres, et dix sous-genres, qui sont cantonnés géographiquement dans les contrées tropicales des deux mondes.

---

paronevra, *Idionevra*, *Neonevra*, et cinq espèces d'*Allonevra*) ou obliquement (sous-genres *Palaemnema* et *Platysticta*), ou qu'il y forme une petite cellule basale inférieure (chez cinq espèces d'*Allonevra*). Il est tout à fait nul chez les sous-genres *Nososticta*, *Protonevra*, et chez une espèce d'*Allonevra*.

(1) C'est dans un travail concernant les Odonates de Cuba, et inséré par M. Guérin dans l'histoire des insectes de cette île (pages 470 et 471) que j'ai d'abord publié le genre *Protonevra* et fait connaître le caractère qui distingue cette légion.

SOUS-ORDRE DES ODONATES, Fab.

Famille 3me. — *AGRIONIDÉES.*

2me sous-famille. — AGRIONINES.

2me Division.

NORMOSTIGMATÉES.

Toujours un ptérostigma régulier, d'une seule cellule. (Taille généralement petite ou moyenne).

2me *Sous-division.* Incomplètes.

Secteur inférieur du triangle nul ou rudimentaire, ne dépassant pas le niveau du bout du quadrilatère, qui est long, régulier. Arculus fracturé, les secteurs partant de la portion supérieure. Pas de secteurs supplémentaires interposés, excepté le postnodal.

Patrie : Contrées tropicales des deux mondes et sud de l'Afrique.

Dernière Légion. — PROTONEVRA.

(Caractères de la sous-division.)

Genre 1. — PLATYSTICTA, De Selys.

Ptérostigma épais *en trapèze;* son côté marginal *plus court*

que l'inférieur, surmontant une à quatre cellules. Le secteur inférieur du triangle consistant en une transversale oblique *allant de bas en haut* dans l'espace sous le quadrilatère.

Lèvre inférieure arrondie, à *lobes courts*. Tête *tronquée* en avant; rhinarium grand *horizontal*. Yeux peu éloignés; article premier des antennes très-court, en anneau.

♂ Appendices anals supérieurs *en tenailles*, le double *plus longs que le 10me segment;* les inférieurs un peu plus courts, minces.

Patrie : Contrées tropicales de l'Amérique et de l'Asie.

Sous-genre 1. — **PALÆMNEMA**, De Selys.

Libellula, Drury.
Lestes, Westwood.

Ptérostigma plus long que large, arrondi en dehors, obliquement pointu en dedans. Le secteur supérieur du triangle aboutissant au bord postérieur *au delà de la moitié de l'aile*. Les cellules du bout des ailes assez serrées, plus hautes que larges. Les secteurs de l'arculus partant d'un même point, mais *se séparant de suite*, le bref seul légèrement fracturé. Cils des pieds longs, fins, nombreux.

Patrie : Amérique tropicale.

1er *groupe* (P. PAULINA).

Ptérostigma surmontant 2-4 cellules. Secteur inférieur du triangle finissant à mi-chemin environ du secteur nodal au ptérostigma.

1. **Palæmnema paulina**, Drury.

Libellula paulina, Drury, I, pl. 47, fig. 4.
Lestes paulina, Westwood, id. ibid.

Abdomen 41mm. Aile inférieure 31mm.

♂ *Adulte*. Ptérostigma brun noirâtre, grand, surmontant quatre

cellules. Le secteur supérieur du triangle aboutissant aux trois quarts des ailes, dont le quart apical est brun noirâtre, cette couleur plus claire contre les nervules; le quart qui précède un peu laiteux; les cellules nombreuses dans la partie opaque. Environ 30 postcubitales.

Lèvre supérieure bleu pâle, bordée de noir; le reste de la tête en dessus noir luisant. Prothorax avec une bande latérale bleue. Thorax noir en avant avec une bande humérale bleuâtre, les côtés jaunâtres avec une bande latérale médiane épaisse brune. Abdomen noirâtre, les 3-7e segments avec un anneau basal clair interrompu; les 8e et 9e olivâtres; le 10e plus foncé. Appendices anals le double du 10e, noirs, épais à la base, penchés ensuite en pince; les inférieurs presque aussi longs, un peu courbés. Pieds jaunâtres; fémurs noirs en dehors, les tibias en dedans.

♀ Inconnue.

Patrie : Le Mexique, par M. Ghiesbregh; Honduras, d'après Drury. (Collect. Selys.)

NB. Cette espèce imite la *Paraphlebia zoe*, De Selys, qui appartient aux Agrionines complètes. Elle n'a rien de commun avec l'*Euphœa paulina*, de Rambur, qui cite mal à propos Drury, et qui, d'après le nombre de nervules antécubitales, est une Caloptérygine inconnue, probablement une *Thore*, peut-être voisine de ma *Th. fastigiata*, mais à ailes plus étroites.

2. **Palæmnema angelina, De Selys.**

Abdomen 42. Aile inférieure 31.

♂ Ptérostigma noirâtre, grand, surmontant deux cellules; le secteur supérieur du triangle aboutissant à peu près aux deux tiers des ailes, qui sont très-légèrement saliés après le ptérostigma, où les cellules sont nombreuses. 22-24 postcubitales.

Lèvre supérieure, rhinarium et épistome bleus; le reste de la tête et une bordure fine à la lèvre noirâtres. Prothorax avec une bande latérale glauque. Thorax noir-acier en avant, avec une bande humérale glauque. Les côtés jaune verdâtre, avec une bande médiane latérale brune. Abdomen noirâtre, les segments 3-6e avec un anneau basal jaune; les 8e et 9e plus pâles en dessus. Appendices anals supérieurs le double du 10e segment, épais à la base, avec une dent supérieure; amincis et penchés en pinces ensuite; les inférieurs un

peu plus courts, rapprochés. Pieds jaunâtres, l'extérieur des fémurs, l'intérieur des tibias noirs.

♀ Inconnue.

Patrie : Guatémala. (Muséum de Paris.)

NB. Espèce voisine de la *Paulina*.

2me *groupe* (P. MELANOSTIGMA).

Ptérostigma surmontant une cellule. Secteur inférieur du triangle finissant un peu après l'origine du secteur nodal, aux trois cinquièmes environ des ailes.

3. Palæmnema melanostigma, Hagen.

Abdomen environ 39. Aile inférieure 27.

♂ Ptérostigma noirâtre; ailes à peine salies, assez étroites. 17-19 postcubitales.

Tête noire; une bande transverse blanche occupant le rhinarium et la base de la lèvre supérieure. Prothorax noir, avec trois marques latérales bleues. Thorax noir, avec une raie antéhumérale bleue étroite, courte, touchant le bord antérieur, et une latérale médiane blanc verdâtre. Abdomen noir; un demi-anneau étroit jaunâtre aux 2-6e segments; les 8e et 9e bleus; le 10e noirâtre, moitié plus court. Appendices anals supérieurs en pinces; les inférieurs un peu plus courts, subcylindriques, presque droits, un peu écartés. Pieds livides, lavés de noirâtre aux articulations.

♀ Inconnue.

Patrie : Puerto Cabello. (Collect. Hagen.)

Sous-genre 2. — **PLATYSTICTA**, De Selys.

Disparonevra (Pars). Hagen, olim.

Le secteur supérieur du triangle aboutissant au bord postérieur *avant la moitié de l'aile*. Les cellules du bout de l'aile carrées. Les secteurs de l'arculus *partant d'une tige unique* courte (presque nulle chez *P. maculata*).

Patrie : Asie tropicale.

1er *groupe* (PL. MACULATA).

Les secteurs partant d'un même point de l'arculus, *la tige presque nulle.* Secteur sous-nodal *fracturé;* le rudiment du secteur inférieur du triangle *partant de la 1re transversale;* ailes un peu élargies.

L'espèce est de Ceylan.

4. Platysticta maculata, **Nietner.**

Disparonevra maculata, Hagen, *Verhdl. Wien. Zool. Bot. Ver.,* 1859, p. 206, n° 120.

Abdomen ♂ 48, ♀ 36. Aile inférieure ♂ 33, ♀ 29.

Secteur médian naissant un peu *avant* le prolongement oblique du nodus. Ailes un peu jaunâtres; ptérostigma épais, à peine plus long que large, brun foncé, surmontant deux cellules aux supérieures, une aux inférieures. 22-25 postcubitales.

♂ Tête noir luisant; la moitié basale de la lèvre supérieure, le rhinarium et le coin des mandibules blanc bleuâtre. Prothorax noir; la base et les côtés pâles. Thorax noir, les côtés avec une bande médiane, une terminale et le dessous jaunâtres. Abdomen noir, grêle, avec un anneau jaune peu sensible aux segments 3-7e; le dessus des trois derniers segments bleu. Appendices anals noirs, les supérieurs le double du dernier segment, en pince un peu courbée, amincie au bout, subitement dilatés en lame inférieure dans leur seconde moitié. Les inférieurs plus courts, avec un tubercule basal interne, le bout courbé en dedans, pointu. Pieds brun noir, base et dessous des fémurs jaunes; cils brun pâle.

♀ Prothorax à bord antérieur plus renflé. Abdomen plus court, sans taches bleues aux 8e et 9e, le 10e bleu en dessus, très-court, avec un pli au bout. Appendices très-forts, triangulaires, de la longueur du 10e segment. Valvules étroites dépassant l'abdomen, à peine dentelées au bout en dehors.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen, Selys.)

2me *groupe* (PL HILARIS).

Les secteurs de l'arculus partant d'*une même tige;* secteur

sous-nodal *non fracturé;* le rudiment de secteur inférieur du triangle *partant de la première transversale.* Ailes étroites.

Les quatre espèces ont été prises à Ceylan par M. Nietner, de même que celle du groupe précédent.

5. **Platysticta tropica**, **Hagen.**

Abdomen 41. Aile inférieure 26.

♂ Ptérostigma noirâtre assez long. 13-15 postcubitales. Secteur médian naissant un peu *avant le prolongement oblique du nodus.*

Tête noir bronzé, lèvre supérieure, rhinarium, coin des mandibules blanchâtres avec une très-étroite bordure brune à la lèvre. Prothorax bronzé, varié de noir; le lobe postérieur noir bronzé; le bord antérieur *relevé de chaque côté en une lame pédicellée longue.* Thorax noir brun en avant, les côtés et le dessous jaunes avec une bande médiane latérale bronzée. Abdomen brun bronzé; les segments 3-7e avec une lunule basale oblitérée jaunâtre; 9e avec une grande tache basale et une terminale bleues en dessus; base du 10e bleue en dessus. Appendices anals supérieurs bruns, ayant plus que le double du dernier segment, penchés en pince après la base, excavés et dilatés en lame interne dans leur seconde moitié. Les inférieurs moitié plus courts, minces, pointus, presque droits avec une pointe basale. Pieds olivâtres, l'extérieur des fémurs plus foncé.

♀ Inconnue.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen et Selys.)

NB. Remarquable par la forme unique jusqu'ici du bord antérieur du prothorax, l'absence de dent aux appendices supérieurs, la finesse des inférieurs.

6. **Platysticta montana**, **Hagen.**

Abdomen ♂ 43, ♀ 37. Aile inférieure ♂ 28, ♀ 26.

♂ Ptérostigma jaune brunâtre, un peu plus long que large; 16-18 postcubitales. Secteur médian naissant un peu *avant le prolongement oblique du nodus.*

Tête noir bronzé, milieu du vertex brun foncé; coins de la bouche, rhinarium et lèvre supérieure blanc un peu verdâtre, celle-ci avec une très-fine bordure antérieure brune. Prothorax *brun bronzé* plus

clair sur les côtés au milieu. Lobe postérieur coupé obliquement sur les côtés. Thorax noir bronzé en avant; les côtés et le dessous jaunâtres *sans bande foncée*. Abdomen noir bronzé, la base des segments 3-7e jaunâtre; les trois derniers segments brunâtres, le 10e bleuâtre en dessus, très-court. Appendices anals noirâtres, les supérieurs ayant plus du double du dernier segment, penchés en pinces courbées après la base, excavés et dilatés inférieurement en lame vers leurs deux tiers, munis d'une dent supérieure au niveau de l'origine de la dilatation. Les inférieurs un peu plus courts, épais à la base, où ils portent une dent, minces et un peu courbés l'un vers l'autre ensuite, leur bout un peu élargi. Pieds jaunâtres, les articulations et l'extérieur des fémurs plus foncés.

♀ *Jeune*. Semblable au mâle; ptérostigma jaune. Pas de bleu au bout de l'abdomen; le 10e segment non fendu.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen et Selys.)

NB. Très-voisine de *Pl. hilaris*, diffère surtout par le prothorax foncé, les côtés du thorax sans bande foncée, les appendices, le point de naissance du secteur médian.

7. Platysticta hilaris, Hagen.

Disparoneura hilaris, Hagen. *Verhdl. Wien. Zool. Bot. Ver.*, 1859, p. 207, n° 40.
Agrion — Hagen, *Ib.* 1858, p. 479, n° 40.

Abdomen ♂ 40-43; ♀ 36. Aile inférieure 25.

Secteur médian *naissant du prolongement oblique du nodus*. Ptérostigma gris brun, assez long; 15 postcubitales.

♂ Tête noire, la moitié basale de la lèvre supérieure, le rhinarium et le coin des mandibules blanc jaunâtre. Prothorax pâle, tout son lobe postérieur noir bronzé, arrondi. Thorax bronzé en avant, les côtés et le dessous jaunâtres, avec une bande latérale médiane noire. Abdomen brun bronzé, avec une petite tache basale double aux segments 3-7e; bout du 8e segment et dessus des 9e et 10e bleus. Appendices anals supérieurs ayant le double du dernier segment, assez élargis et tronqués au bout; ayant à leur seconde moitié, en dessus, une dent. Les inférieurs un peu plus courts, dentés à la base,

minces, courbés et pointus en dedans au bout. Pieds olivâtres, l'extérieur des fémurs un peu plus foncé.

♀ Pas de bleu au bout de l'abdomen; le 10e segment tronqué au bout, un peu fendu. Appendices anals trigones, bruns, courts, écartés. Valvules étroites à peine dentelées au bout, dépassant l'abdomen.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen, Selys.)

8. **Platysticta digna, Hagen.**

Abdomen 35. Aile inférieure 23.

♂ Ptérostigma brun olivâtre, finement bordé de blanc, plus long que large. 15-16 postcubitales. Secteur médian naissant *du prolongement oblique du nodus.*

Tête noire; coins de la bouche, rhinarium et lèvre supérieure jaunâtres; cette dernière à peine plus foncée à son bord antérieur. Prothorax jaunâtre; le lobe antérieur arrondi, élevé, le postérieur bronzé. Thorax brun bronzé en avant, les côtés et le dessous jaunâtres (peut-être bleuâtres après la suture humérale). Abdomen brun, les 2-7e segments jaunâtres à la base, leur extrémité noire; 8e noirâtre; 9e et 10e bleus en dessus, ce dernier très-court. Appendices anals noirâtres; les supérieurs ayant plus du double du 10e segment, courbés après leur moitié, où ils sont excavés; la pointe plus pâle, dilatée, arrondie, excavée en dedans; les inférieurs assez larges, droits, avec une pointe basale, et *une forte dent interne à leur milieu.* Pieds médiocres, jaunâtres, un peu plus foncés aux articulations.

♀ Inconnue.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen.)

NB. Voisine de *Pl. tropica;* diffère surtout par la dent médiane des appendices inférieurs.

3me *groupe* (PL. QUADRATA).

Les secteurs de l'arculus partant d'*une même tige.* Secteur sous-nodal *non fracturé;* le rudiment de secteur inférieur du triangle naissant du bord postérieur *plus loin que la première transversale.* Ailes très-étroites.

L'espèce que je décris est de Singapore.

9. **Platysticta quadrata**, De Selys.

Abdomen 35. Aile inférieure 21.

♂ Ptérostigma presque carré, noir, finement entouré de blanc. 11-12 postcubitales. Le secteur médian naissant *un peu après le prolongement oblique du nodus.*

Tête noire; le rhinarium et la lèvre supérieure blanc verdâtre; celle-ci largement bordée de noir luisant. Prothorax jaunâtre, son lobe postérieur noir. Devant du thorax noir bronzé, les côtés et le dessous jaunâtres, avec une bande latérale médiane noir bronzé. Abdomen noirâtre, un anneau basal jaunâtre et un submédian aux segments 2-7e; la seconde moitié du 8e et le dessus du 9e bleus. Appendices anals noirâtres, les supérieurs le double plus longs que le 10e, légèrement courbés en pinces vers le bas; une dent supérieure aiguë à la première moitié; le bout un peu aplati, dilaté; les inférieurs *aussi longs*, pâles à la base avec un tubercule, subcylindriques, le bout courbé, échancré, précédé d'une dent interne. Pieds livides, les articulations et une marque aux fémurs noirâtres.

♀ Inconnue.

Patrie : Singapore, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

Genre 2. — ALLONEVRA, De Selys.

Ptérostigma médiocre, *rhomboïdal ou en losange*, son côté marginal *égal à l'inférieur ou plus long*, surmontant une cellule (rarement deux cellules). Le secteur inférieur du triangle consistant en une veine *parallèle au bord*, divisant l'espace qui est sous le quadrilatère, en partant de la première transversale, ou bien *courbé vers le bas* et atteignant le bord avant la fin de cet espace (ou bien manquant tout à fait).

Lèvre inférieure *arrondie*, *à lobes courts*. Tête *non tronquée* en avant; rhinarium petit, *vertical*. Yeux très-distants.

♂ Appendices anals supérieurs épais, *irrégulièrement trigones, non semi-circulaires* (rarement plus longs que le 10e segment).

Patrie : Contrées tropicales des deux mondes et sud de l'Afrique.

Sous-genre 1. — **PERISTICTA**, Hagen.

Secteurs de l'arculus naissant d'une même tige et restant réunis pendant un court espace; le supérieur du triangle aboutissant aux quatre ailes à leur moitié; le bref notablement fracturé dans sa seconde moitié; le rudiment de secteur inférieur naissant de la première transversale et divisant en deux espaces superposés le dessous du quadrilatère. Ptérostigma rhomboïdal, un peu plus court que la cellule qu'il surmonte; sa nervule interne non prolongée en dessous. Ailes courtes, un peu élargies.

Premier article des antennes *aussi long que le second.*

♂ Appendices supérieurs *plus longs que le* 10e *segment*, épais et dentés en dedans à la base, minces ensuite, *formant une pince* très-peu courbée; les inférieurs *nuls.*

Patrie : Brésil.

10. Peristicta forceps, **Hagen.**

Abdomen 24. Aile inférieure 15.

♂ Ptérostigma jaunâtre, brun au milieu, très-aigu en dehors contre la côte; 10-12 postcubitales; secteur supérieur finissant 3-4 cellules après le niveau du nodus.

Tête noire en dessus, bord de la lèvre supérieure, rhinarium, devant du front et deux petites taches près des antennes rougeâtres. Prothorax noir, taché de rouge. Thorax noir, une large bande anté-humérale et une large latérale médiane rougeâtres, et, en outre, une fine ligne humérale jaune. Abdomen noir, avec une lunule basale jaune aux segments 3-6e; le 10e jaunâtre au centre en dessus, le bord élevé et échancré au milieu. Appendices supérieurs jaunâtres, noirs au bout; leur moitié basale forte, excavée en dedans, puis formant une dent inférieure interne au premier tiers; le bout mince, un peu en pince. Pieds (manquent).

♀ Inconnue.

Patrie : Brésil. (Collect. Hagen.)

Sous-genre 2. — **DISPARONEVRA**, De Selys.

Agrion (Pars). Burm.
Argia (Pars). Ramb.

Secteurs de l'arculus naissant séparés; le secteur supérieur du triangle finissant à la moitié de l'aile, le bref notablement fracturé; le rudiment du secteur inférieur naissant de la première transversale, et divisant en deux espaces superposés le dessous du quadrilatère. Ptérostigma rhomboïdal allongé, un peu plus long que la cellule qu'il surmonte; sa nervule interne prolongée obliquement en dessous.

Premier article des antennes *aussi long que le second.* Pieds médiocres, à cils longs, au nombre de 8 au moins.

♂ Appendices supérieurs de *la longueur du dernier segment*, épais, irrégulièrement *trigones, à pointe dirigée en dehors;* les inférieurs *un peu plus longs*, plus minces.

♀ Lobe postérieur du prothorax quadrifide.

Patrie : Afrique australe et Asie tropicale.

1er *groupe* (D. GLAUCA).

Secteur supérieur du triangle finissant avant la moitié des ailes, qui sont *étroites.* Abdomen *très-long.*

Les espèces sont de l'Afrique australe.

11. **Disparonevra glauca**, **Burm.**

Agrion glaucum, Burm., nº 17. — Drégé, *Catal.*, 1511.
Agrion frenulatum, Drégé, *Catal.*

Abdomen ♂ 28, ♀ 29-31. Aile inférieure ♂ 20, ♀ 21-22.

Ptérostigma brun, un peu plus foncé au centre, rhomboïde; 12-14 postcubitales; le rudiment de secteur inférieur du triangle *parallèle au quadrilatère,* même à son extrémité, où il finit *presque au milieu* de la transversale qui prolonge le côté externe du quadrilatère.

Tête noirâtre en dessus; lèvre supérieure obscure. Derrière des yeux pâle. Prothorax noirâtre, plus pâle de côté. Thorax noirâtre en

avant; avec apparence d'une bande antéhumérale pâle et une fine ligne humérale rougeâtre. Les côtés pâles, avec une raie médiane noire. Abdomen grêle, noir, avec une raie dorsale fine *sur les segments* 3-8e, ne touchant pas le bout des segments. Pieds à fémurs pâles en dessous; tibias pâles en dehors.

♂ *Adulte.* Une bande transverse aux ocelles, une partie du prothorax, le devant du thorax, une raie posthumérale, la base de l'abdomen saupoudrés de bleuâtre. Bord postérieur du prothorax *un peu sinué aux côtés et au milieu;* 10e segment court, son bord *arrondi au milieu, sinué de côté.* Appendices supérieurs noirs, formant en dessus une plaque triangulaire aiguë au bout, *divariquée en dehors,* ayant vers la moitié interne une *très-forte* dent penchée en bas. Les inférieurs très-courts, leur bout interne cylindrique, recourbé subitement en haut l'un contre l'autre.

♀ *Adulte.* Bord postérieur du prothorax quadrifide, une ligne externe pâle aux fémurs. La ligne dorsale jaune de l'abdomen prolongée jusqu'au bout et élargie sur les trois derniers segments. Appendices très-courts, pâles. Valvules non dentelées, ne dépassant pas l'abdomen.

Jeune : Ptérostigma plus pâle. Tête brun clair. Une raie transverse aux ocelles et une à l'occiput noirâtres. Prothorax pâle avec une raie latérale noire. Thorax jaunâtre avec une ligne dorsale, une raie antéhumérale rapprochée, isolée, deux bandes humérales très-rapprochées et deux raies latérales noirâtres. Les six premiers segments de l'abdomen blanchâtres, avec les articulations et les stigmates postérieurs noirs; le 7e noir avec une ligne dorsale blanche; 8e, 9e, 10e blancs en dessus, ainsi que les appendices. Pieds blanchâtres, l'intérieur des tibias, les tarses et une ligne extérieure souvent double aux fémurs, noirâtres.

Patrie : Cap de Bonne-Espérance, par Drégé. — Port natal. (Collect. Selys, Hagen.)

NB. Le jeune âge, par sa coloration, imite bien la *Platycnemis pennipes* au même âge.

12. **Disparonevra frenulata**, **Hagen.**

Abdomen 26. Aile inférieure 17.

♂ *Adulte.* Ptérostigma brun, plus foncé au centre; 11-13 post-

cubitales. Le rudiment de secteur inférieur du triangle *courbé vers le bas*, au point de *toucher à peu près* le bord à son extrémité, où il rencontre la transversale qui prolonge le côté externe du quadrilatère.

Tête noirâtre en dessus, une marque entre les ocelles et les yeux, et le derrière de ceux-ci bruns. Prothorax noir. Lobe postérieur court, déprimé, un peu plissé au milieu, *coupé obliquement aux côtés.* Thorax noir en avant, les côtés livides, avec une raie médiane noire. Espace interalaire saupoudré de bleu. Abdomen grêle, noir avec une ligne dorsale pâle très-fine du 2e *au* 5e *segment,* reparaissant sur le 8e. Bord du 10e *échancré de chaque côté* et un pli longitudinal au milieu. Appendices supérieurs noirs, formant en dessus une plaque subtriangulaire un peu conique, aiguë au bout, *un peu en dehors* ayant, vers la moitié interne, une *forte* dent penchée vers le bas. Les inférieurs très-courts, leur bout interne cylindrique, recourbé subitement en haut l'un vers l'autre. Pieds noirs; fémurs postérieurs un peu pâles en dedans

♂ *Jeune :* Ptérostigma plus pâle. Tête pâle, une raie étroite en avant des ocelles et une en arrière brunes. Prothorax avec une bande latérale noirâtre. Thorax pâle en avant, le milieu noir, à arête pâle; une ligne humérale noire; les côtés avec une bande posthumérale et une ligne médiane brunes. Abdomen blanchâtre, les incisions et deux marques apicales sur les segments 2-6e noires (le reste manque). Pieds pâles, fémurs bilignés de noir.

♀ Inconnue.

Patrie : Cap de Bonne-Espérance, par Tollin. (Collect. Hagen.)

NB. Espèce difficile à distinguer de la *glauca.* Elle en diffère surtout par quelques détails dans la forme du prothorax, du 10e segment et des appendices anals supérieurs. J'ai cru aussi trouver un caractère dans la direction du rudiment de secteur inférieur du triangle, mais il faudrait voir un plus grand nombre d'exemplaires.

2me *groupe* (D. QUADRIMACULATA).

Secteur supérieur du triangle finissant aux *trois cinquièmes* des ailes, qui sont *arrondies.* Abdomen *médiocre.*

L'espèce est de l'Inde.

13 **Disparonevra quadrimaculata**, **Ramb.**

Argia quadrimaculata, Ramb., n° 2 ♂.

Abdomen 29-30. Aile inférieure 20-22.

Ptérostigma assez épais jaunâtre. Environ 15 postcubitales.

Coloration brun clair; prothorax roussâtre avec une bande latérale noire. Thorax avec une ligne dorsale, deux antéhumérales, deux humérales et deux latérales noirâtres. Abdomen ayant les articulations, les stigmates postérieurs noirâtres, et des taches latérales aux 8e et 9e segments de même couleur. Intérieur des tibias et une ligne externe aux fémurs brun foncé.

♂ Une large bande transverse brune aux ailes, entre le nodus et le ptérostigma, plus rapprochée de celui-ci aux inférieures. Appendices anals supérieurs formant en dessus une plaque subtriangulaire un peu aiguë en dehors au bout, prolongés en dedans inférieurement en une dent longue, aiguë, noire au bout. Les inférieurs en lame étroite, recourbée au bout en dedans. Abdomen à articulations et segments noirâtres. Lobe postérieur du prothorax arrondi.

♀ Ailes sans bande brune. Une bande transverse noirâtre au vertex et à l'occiput. Abdomen brun foncé en dessus sur les six premiers segments; un demi-anneau à la base des segments, un autre avant la fin, et une arête dorsale jaunâtres. Prothorax à bord postérieur largement échancré, formant deux lobes redressés suivis de deux lobes postérieurs déprimés.

Patrie : Bombay, ancienne collection Serville. Inde, par M. Wallace et Hügel. (Collect. Selys et Musée de Vienne.)

Sous-genre 3. — **ALLONEVRA**, **De Selys.**

Argia (Pars) Ramb.
Disparonevra (Pars) Hagen olim.

Secteurs de l'arculus *plus ou moins séparés* dès leur naissance, le bref très-fracturé, le supérieur du triangle finissant *un peu avant ou à la moitié de l'aile;* le rudiment de secteur inférieur du triangle naissant de la première transversale et divisant en deux espaces superposés celui qui forme le dessous du quadrilatère,

ou bien courbé vers le bas et atteignant le bord avant la fin de cet espace, ou bien (rarement) manquant tout à fait.

Premier article des antennes *un peu plus court que le second.* Pieds longs ou médiocres, à cils longs, au nombre de huit ou plus.

♂ Appendices supérieurs à peu près *de la longueur du dernier segment*, épais, irrégulièrement trigones ou bifides, *non en tenailles;* les inférieurs plus minces, à peu près de la même longueur.

Patrie : Asie tropicale et Malaisie.

1er *groupe* (A. GOMPHOÏDES).

Secteur supérieur du triangle finissant à la moitié environ de l'aile ou un peu auparavant; ptérostigma en losange surmontant *à peu près deux cellules.* Pieds longs.

♂ Appendices supérieurs *presque égaux* aux inférieurs.

Les deux espèces sont des Neelgherries (Inde continentale) et peuvent à la rigueur constituer deux sections de groupe, à cause de la différence qui existe entre le secteur inférieur.

§ 1. Secteur inférieur du triangle parallèle au quadrilatère et divisant en deux l'espace que celui-ci surmonte.

14. Allonevra Westermanni, Hagen.

Abdomen 51. Aile inférieure 35.

♂ Ptérostigma noirâtre; 27 postcubitales; ailes hyalines.

Tête noire; lèvre supérieure noir bronzé; côtés de la bouche et une large bande inférieure au front (interrompue au milieu) bleus. Prothorax noir, à bord antérieur bleu. Thorax noir en avant, avec une raie antéhumérale bleue, ne touchant pas le haut; les côtés bleus, avec une raie médiane noire, prolongée sous les ailes inférieures. Abdomen grêle, noir; côtés du 1er segment, bord final du 2e, un anneau basal (interrompu au milieu) sur les 3-6e, moitié finale du 7e et les trois derniers bleus. Appendices noirs; les supérieurs noirs, forts, droits, formant en dedans une branche ou dent supérieure médiane courte, le bout de la branche inférieure arrondi en dessus; les inférieurs égaux, épais à la base, minces et courbés

en dedans au bout. Pieds noirs; tibias un peu pâles en dehors.

♀ Inconnue.

Patrie : Les montagnes bleues de Neelgherries, à l'ouest de Madras. Donnée à M. Hagen par M. Westermann.

NB. La plus grande espèce du genre, très-analogue à la *gomphoïdes*, dont elle diffère bien par la taille et la direction du rudiment de secteur inférieur.

§ 2. Secteur inférieur du triangle réduit à une nervule courte, courbée en bas, et finissant avant la moitié du quadrilatère en formant une cellule marginale isolée.

15. **Allonevra gomphoïdes, Ramb.**

Argia gomphoïdes, Ramb., n° 5.

Abdomen 39. Aile inférieure 29.

♂ Ptérostigma jaunâtre; 20-26 postcubitales. Ailes légèrement jaunâtres.

Tête noire; lèvre supérieure jaune entourée de noir; côtés de la bouche jaunes. Épistome noir luisant; une bande jaune inférieure au front. Prothorax noirâtre avec le bord antérieur, deux taches médianes et le lobe postérieur jaunes. Thorax noir en avant, avec une bande antéhumérale orangée; les côtés jaunâtres avec une raie médiane brune. Abdomen grêle, noir bronzé; les articulations jaunâtres, interrompues; 8e segment bleu en dessus; 9e avec une tache analogue. Appendices supérieurs droits, forts, divisés en deux branches, dont la supérieure courte, l'inférieure penchée, courbée, à bout tronqué, obtus; les appendices inférieurs aussi longs, échancrés à la base. Pieds noirâtres; fémurs jaunâtres en dedans; tibias bruns en dehors.

♀ Inconnue.

Patrie : Neelgherries, par Perrotet. (Collect. Selys.)

2me *groupe* (A. TENAX).

Secteur supérieur du triangle finissant *un peu avant* la moitié de l'aile, après le niveau du nodus. L'inférieur du triangle parallèle au quadrilatère, et divisant en deux l'espace que celui-ci surmonte. Ptérostigma surmontant *une cellule* ou un peu plus. Pieds longs.

♂ Appendices supérieurs plus courts que les inférieurs.

Ce groupe, de Ceylan, se compose de trois espèces recueillies par M. Nietner.

16. **Allonevra tenax, Hagen.**

Agrion tenax, Hagen *Verhandl. Wien. Zool. Bot. Ver.* 1858, n° 39.
Diparonevra tenax, Hagen, *ibid.* 1857, n° 39.

Abdomen 35-39. Aile inférieure 25-26.

Ptérostigma noirâtre, en losange allongée; 19-21 postcubitales. Ailes parfois un peu enfumées.

♂ D'un noir un peu bronzé, varié de rouge ainsi qu'il suit : les yeux, deux bandes transverses subinterrompues allant d'un œil à l'autre, l'une sur l'épistome, l'autre aux ocelles; une raie latérale maculaire au prothorax, dont le lobe postérieur est tronqué; une raie antéhumérale dans son prolongement, et deux raies presque équidistantes de chaque côté du thorax, la postérieure plus jaune; un vestige dorsal médian au 2e segment, et un point basal aux 3-4e. Le 10e un peu avancé et déprimé au bout. Appendices supérieurs dolabriformes, de la longueur du 10e segment, épais à la base, leur moitié apicale subitement amincie, inclinée en dehors, le dessous comprimé en plaque triangulaire; les inférieurs plus longs, penchés en bas, comprimés, courbés au bout en dedans. Pieds noirs, tibias postérieurs bruns en dehors.

♀ Les bandes d'un jaune vif, lèvre supérieure jaune, bordée de noir. Bord postérieur du prothorax très-échancré, formant deux lobes latéraux relevés et deux latéraux penchés. Intérieur des fémurs et extérieur des tibias livides; 10e segment très-fendu. Appendices très-courts; un vestige jaunâtre au 9e segment. Valvules dentelées, courtes. Le ptérostigma finement entouré de jaune.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen et Selys.)

17. **Allonevra centralis, Hagen.**

Disparonevra centralis, Hag. *Verhandl.*, etc., p. 207, n° 121.

Abdomen 33. Aile inférieure 24.

Ptérostigma assez épais, rhomboïde, brun noirâtre, plus clair à l'entour; 17-19 postcubitales; ailes hyalines.

Noir, varié de jaune pâle ainsi qu'il suit : une bande allant d'un œil à l'autre sur l'épistome; une raie latérale au prothorax; deux raies latérales au thorax, la postérieure plus mince; des marques latérales à la base de l'abdomen.

♂ Lobe postérieur du prothorax arrondi, les côtés échancrés; 10e segment court, presque tronqué. Appendices supérieurs de la longueur du dernier segment, globuleux à la base, subitement amincis ensuite par une échancrure externe, le bout pointu; le dessous en lame triangulaire; les inférieurs plus longs, penchés en bas, aplatis en dessus, le bout un peu rétréci, très-subitement courbé en dedans. Pieds noirs.

♀ Bord postérieur du prothorax échancré en deux lobes aigus relevés. 10e segment à peine échancré. Appendices forts, très-courts. Valvules courtes dentelées.

♂ *Très-jeune.* Partie du front, apparence de bandes antéhumérales, partie de l'abdomen et pieds livides. Ptérostigma blanchâtre, obscur au milieu.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen et Selys.)

18. Allonevra cæsia, Hagen.

Abdomen 34. Aile inférieure 25.

♂ *Très-adulte :* Ptérostigma noir, en losange. 17-18 postcubitales. Ailes hyalines.

Noir. Yeux bleus (sur le vivant), une tache jaune entre les yeux et l'épistome. Prothorax saupoudré de bleu, à lobe postérieur arrondi. Thorax saupoudré de bleu. Bord du 10e segment tronqué. Appendices supérieurs un peu plus courts que le 10e segment, globuleux à la base, subitement amincis en une pointe courte extérieure, vus en dessus; ayant en dessous une lame triangulaire échancrée à la base. Les inférieurs plus longs, penchés en bas, le bout très-aminci, subitement courbé en dedans, la base épaisse. Pieds noirs, intérieur des fémurs pulvérulent.

♀ Inconnue.

Patrie : Ceylan, par M. Nietner. (Collect. Hagen.)

NB. Voisine de la *centralis ;* en éliminant le caractère du thorax saupoudré de

bleu, qui n'appartient certainement qu'à l'adulte, on trouve encore des différences spécifiques dans la forme du bord postérieur du prothorax et dans celle des appendices anals.

3me *groupe* (A. COLLARIS).

Secteur supérieur du triangle finissant un peu après le niveau du nodus; *avant la moitié de l'aile.* Ptérostigma surmontant une cellule ou un peu plus. Pieds *médiocres.*

♂ Appendices supérieurs plus courts que les inférieurs.

Je connais sept espèces, toutes de la Malaisie et recueillies par M. Wallace (1).

§ 1. Le rudiment de secteur inférieur du triangle parallèle au quadrilatère, et divisant en deux l'espace au-dessous de celui-ci.

19. ALLONEVRA ANALIS, De Selys.

Abdomen ♂ 31, ♀ 27. Aile inférieure 18.

Ptérostigma en losange assez allongée, noirâtre; un peu plus clair à l'entour, surmontant une cellule; secteur supérieur du triangle aboutissant à une cellule plus loin que la veine transverse qui part du nodus; 14 postcubitales.

♂ Noirâtre; *lèvre supérieure* et une large bande au vertex, côtés du prothorax (*le milieu du lobe postérieur restant noir*), bande antéhumérale large, un peu fourchue en haut et deux latérales orangées. Une tache orangée ovale, pointue en arrière, de même couleur au 2e segment. Un triangle aux 9e et 10e jaunes, ainsi que des vestiges de demi-anneaux aux segments intermédiaires. Appendices supérieurs pâles, très-épais et globuleux en dessus, le bout en pointe externe courte en dessus, et une longue pointe interne penchée en bas près de l'extrémité; les inférieurs comprimés, penchés, à pointe subitement

(1) Les espèces de ce groupe sont difficiles à distinguer; les caractères qui m'ont fourni les moyens de les séparer sont : la direction du rudiment de secteur inférieur ou sa nullité; le point où aboutit le secteur supérieur; la forme du ptérostigma; le dessin de la lèvre, de l'épistome et du vertex; celui du prothorax; la raie antéhumérule claire; la coloration du 2e et des derniers segments de l'abdomen; enfin la forme des appendices anals des mâles et du prothorax des femelles.

courbée en dedans. Intérieur des fémurs, extérieur des tibias jaunâtres.

♀ Lobe postérieur du prothorax très-largement échancré, les côtés formant deux lobes élevés en pointe et deux lobes déprimés. Bandes du thorax d'un vert pâle; la tache du 2e segment en raie. Appendices courts, larges.

Patrie : Mont Ophir, à Malacca, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB. C'est la seule espèce dont le secteur inférieur du triangle traverse tout l'espace sous le quadrilatère et dont le mâle ait, aux appendices supérieurs, une dent inférieure *très-rapprochée de l'extrémité.*

§ 2. Un seul espace sous le quadrilatère, le rudiment de secteur inférieur courbé en bas, et finissant de suite en formant une cellule marginale (rudimentaire à l'une des ailes chez un exemplaire de *collaris*). Cette organisation est la même que celle de l'*A. gomphoïdes*, n° 15.)

20. **Allonevra notostigma**, De Selys.

Abdomen 28. Aile inférieure 17.

Ptérostigma en losange allongée, brun noirâtre, un peu plus clair à l'entour, surmontant *une et demie à deux cellules;* cellule marginale formée par le secteur inférieur assez longue; secteur supérieur aboutissant aux ailes supérieures une cellule plus loin que la veine transverse qui part du nodus; 15-16 postcubitales. Lèvre supérieure *claire;* 9e et 10e segments *obscurs.*

♂ Lèvre supérieure bleue. Un point latéral orangé (ou oblitéré) au vertex. Prothorax noir avec une large bande latérale bleu pâle. Bande antéhumérale bleu pâle, large en bas, pointue en haut, les deux latérales verdâtres. Une tache étroite oblongue au 2e segment, le reste et les appendices noirâtres. Les supérieurs épais, coniques, pointus, ayant en dessous une pointe inférieure médiane recourbée. Les inférieurs comprimés en lame, penchés, à pointe également comprimée, le bout courbé en dedans. Extérieur des tibias bleuâtre.

♀ Lèvre supérieure roussâtre clair, un trait au vertex et un point latéral jaunâtres. Lobe postérieur du prothorax échancré, les côtés de l'échancrure redressés en pointes coniques peu éloignées, sans

lobes postérieurs. Bande humérale jaunâtre plus étroite; crête des 2e et 3e segments pâle. Intérieur des fémurs, extérieur des tibias brun roussâtre. Appendices obtus, pâles.

Patrie : Singapore, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB Diffère des espèces voisines par le ptérostigma plus long, les appendices supérieurs du mâle plus régulièrement coniques en dessus.

21. **Allonevra verticalis, De Selys.**

Abdomen 29. Aile inférieure 18 1/2.

♂ Ptérostigma brun foncé, en losange allongée, assez épais, surmontant une cellule; cellule marginale formée par le secteur inférieur assez large aux ailes supérieures, plus petite aux inférieures; le secteur supérieur aboutissant aux ailes supérieures *au prolongement de la veine transverse qui part du nodus;* 15-16 postcubitales.

Lèvre supérieure et bande à l'épistome rousses. *Une bande rouge au vertex, traversant l'ocelle antérieur.* Une bande latérale rouge au prothorax, touchant les côtés du lobe postérieur à sa base. Bande antéhumérale et première latérale *rouges, larges;* la 2e orangée. Tache du 2e segment lancéolée, touchant les bouts; dessus des articulations jaunes jusqu'au 7e segment. Appendices livides, épais à la base, coniques, à pointe fine, un peu en dehors, prolongés intérieurement en dessous en une lame médiane recourbée; les inférieurs comprimés, amincis au bout, qui est subitement courbé en dedans. Base interne des fémurs et extérieur des tibias *roux.*

♀ Inconnue.

Patrie : Bornéo, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB. Diffère des autres espèces du § 2 par le point où aboutit le secteur supérieur.

22. **Allonevra interrupta, De Selys.**

Abdomen 29-30. Aile inférieure 18.

♂ Ptérostigma *noirâtre,* court, en losange, à côté externe *légèrement renflé,* surmontant une cellule; cellule marginale formée par le secteur inférieur *très-petite* ou même rudimentaire; secteur supérieur

aboutissant aux ailes supérieures une ou deux cellules après la veine transverse qui part du nodus; 15 postcubitales.

Lèvre supérieure et une bande au vertex passant sur les ocelles *bleues*. Une bande latérale au prothorax, touchant les côtés du lobe postérieur à sa base; une antéhumérale *tronquée subitement avant le haut*, et deux latérales au thorax bleues. Une tache carrée de même couleur au 2e segment; vestiges jaunâtres aux articulations; un triangle dorsal final au 9e, et le 10e segment bleus en dessus. Appendices supérieurs bleus, épais à la base, coniques, le bout aigu dirigé en dehors, le dessous prolongé en dent submédiane droite; les inférieurs noirs, comprimés, échancrés perpendiculairement avant le bout, dont la branche inférieure est subitement courbée en dedans. Pieds noirâtres; tibias bleu pâle en dehors.

♀ Inconnue.

Patrie : Singapore, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB. Distincte des autres espèces du groupe par les bandes humérales bleues, subitement interrompues à mi-chemin de la hauteur du thorax.

23. Allonevra humeralis, De Selys.

Abdomen ♂ 30. ♀ 28. Aile inférieure 18.

Ptérostigma assez large, surmontant *une cellule et demie*, rhomboïde en dehors, brun; cellule marginale formée par le secteur inférieur médiocre; le supérieur aboutissant aux ailes supérieures une cellule et demie plus loin que la veine transverse qui part du nodus; 15 postcubitales.

Lèvre supérieure brune, plus foncée au centre; une raie brune étroite à l'épistome. Tibias en dehors, fémurs en dedans *roux pâle*.

♂ Vertex noir, sans *taches*. Prothorax noir *avec un petit point latéral rouge*. Ligne antéhumérale rouge, *fine*, finissant avant le haut, les deux latérales brunes; crête dorsale courte, jaune aux 1er et 2e segments; un demi-anneau de même couleur jusqu'au 7e. Appendices foncés, les supérieurs coniques, le bout allongé, légèrement incliné en dehors, le dessous un peu renflé en tubercule arrondi, *sans dent;* les inférieurs comprimés, amincis au bout, qui est recourbé en haut et en dedans.

♀ *Jeune.* Ptérostigma gris brun, plus clair à l'entour; un vestige livide aux ocelles et un de côté; lobe médian du prothorax avec une tache livide, le postérieur très-largement échancré, les côtés de l'échancrure redressés en deux lobes étroits. Raie humérale plus large, livide. Crête des 2e et 3e segments jaunâtre; un second demi-anneau antéterminal livide aux segments médians. Appendices pâles, obtus.

Patrie : Malacca, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

24. Allonevra collaris, De Selys.

Abdomen ♂ 29, 31, ♀ 29-30. Aile inférieure 18-19.

Ptérostigma noirâtre, un peu plus clair à l'entour, en losange peu aiguë, à peine rhomboïde en dehors, surmontant une cellule; cellule marginale formée par le secteur inférieur variable (médiocre ou rudimentaire), le secteur supérieur aboutissant, aux ailes supérieures, *au prolongement de la veine transverse qui part du nodus,* ou même auparavant; 15-18 postcubitales.

Lèvre supérieure *noirâtre.* Une bande *bleue* au vertex, rétrécie au milieu, où elle passe contre l'ocelle antérieur. Vestige de raie livide à l'épistome. Abdomen noirâtre *sans taches.* Pieds noirâtres; tibias un peu bruns en dehors.

♂ Prothorax noirâtre; une bande latérale bleue *ainsi que la plus grande partie du lobe postérieur.* Bande antéhumérale bleue *excessivement large vers le bas,* ne touchant pas le haut. Les deux latérales plus pâles. Dernier segment tronqué au bout. Appendices supérieurs bleus, coniques, allongés, le bout mousse, un peu incliné en dehors, renflés après la base en dedans inférieurement en lame un peu triangulaire; les inférieurs pâles, comprimés, le bout aminci, courbé en dedans.

♀ La bande latérale du prothorax verdâtre, le lobe postérieur noirâtre, *étroitement échancré en deux festons rapprochés, non redressés;* raie antéhumérale étroite, bleu verdâtre, pointue vers le haut, où elle s'arrête à la moitié de la hauteur. Intérieur des fémurs parfois pâle à la base. Appendices noirs, très-courts, obtus.

Patrie : Malacca et Bornéo, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB. J'ai éprouvé quelque hésitation à attribuer aux mâles les femelles qui, par la brièveté de la raie antéhumérale, rappellent l'*interrupta;* mais je me suis

déterminé au rapprochement d'après le point d'arrivée du secteur supérieur du triangle. Ces femelles diffèrent de celles des trois autres espèces qui sont connues, par la forme du prothorax à lobe postérieur non redressé. Le seul exemplaire de Bornéo (un mâle) et une femelle de Malacca ont la cellule du secteur inférieur presque nulle, surtout aux ailes inférieures.

§ 3. Secteur inférieur du triangle nul; par suite, il n'y a aucune cellule dans l'espace sous le quadrilatère (comme dans les sous-genres *Nosonevra* et *Protonevra*).

25. **Allonevra dorsalis, De Selys.**

Abdomen 30. Aile inférieure 19.

♂ Ptérostigma brun, un peu plus clair à l'entour, *en losange allongée;* le côté externe un peu plus haut, surmontant une cellule; secteur supérieur aboutissant aux ailes supérieures, *au prolongement de la veine transverse qui part du nodus;* une cellule plus loin aux inférieures; 15-16 antécubitales aux supérieures.

Lèvre supérieure noirâtre; une raie livide au rhinarium; *un triangle roux entre l'ocelle latéral et les antennes.* Lobe médian du prothorax noir *avec une grande tache latérale et un double point dorsal roux;* lobe postérieur *tout roux. Tout le devant du thorax roux,* excepté un petit triangle mésothoracique noir. Bande large humérale noire, les deux latérales bleuâtres. Une raie incomplète pâle au 2e segment. Bord du 10e segment échancré. Appendices supérieurs (manquent); les inférieurs blanchâtres, comprimés, un peu amincis au bout, qui est subitement recourbé en dedans. Pieds noirs; tibias roussâtres en dehors.

♀ Inconnue.

Patrie : Bornéo, par M. Wallace. (Collect. Selys.)

NB. Distincte de toutes les espèces du groupe par l'absence de secteur inférieur du triangle, la couleur du prothorax et du devant du thorax.

Sous-genre 4. — **NOSOSTICTA, Hagen.**

Secteurs de l'arculus naissant *presque d'un même* point, *immédiatement séparés;* le bref très-fracturé. Secteur supérieur du triangle *très-court,* ne traversant pour arriver au bord *que la moitié de la cellule marginale qui suit le niveau du quadrilatère.*

Pas de rudiment du secteur inférieur. Ptérostigma rhomboïdal, épais, un peu plus long que la cellule qu'il surmonte. Ailes étroites, le bout elliptique.

Premier article des antennes *un peu plus court que le second.* Pieds longs, à cils longs, au nombre de 8 ou plus. Thorax plus robuste que chez les trois autres sous-genres.

♂ Lobe postérieur du prothorax non redressé. Appendices (inconnus).

♀ Lobe postérieur du prothorax fortement redressé au milieu.

Patrie : Nouvelle-Hollande.

26 **Nososticta solida, Hagen.**

Abdomen environ 31. Aile inférieure 19.

Ptérostigma brun épais, en losange allongée, surmontant un peu plus d'une cellule; 13-14 postcubitales; ailes hyalines très-étroites.

Tête noire; une bande jaune allant d'un œil à l'autre au bas du front; une tache orangée au vertex de chaque côté de l'ocelle postérieur. Prothorax noir, avec une bande latérale orangée. Thorax noir en avant, avec une large bande antéhumérale orangée, ne touchant pas tout à fait le haut; les côtés orangés, avec une ligne médiane noirâtre. Abdomen grêle, noir; les deux premiers segments orangés; un demi-anneau basal jaune aux suivants jusqu'au 6e (l'extrémité manque). Une crête jaune aux segments médians de l'abdomen, presque nulle chez le mâle. Pieds jaunes, extérieur des fémurs, intérieur des tibias plus foncé; tarses et cils noirs.

Patrie : Adélaïde (Nouvelle-Hollande), par le Dr Behr. (Collect. Hagen.) Un mâle complet au Musée de Berlin.

NB. Distincte de toutes les Agrionines connues jusqu'ici par le secteur supérieur du triangle presque nul. Il existe 150 cellules aux ailes supérieures.

Genre 3. — PROTONEVRA, De Selys.

Ptérostigma médiocre, *rhomboidal ou en losange,* son côté marginal *égal à l'inférieur ou plus long,* surmontant une cellule. Le secteur inférieur du triangle tout à fait nul, ou bien consis-

tant en une veine parallèle au bord, divisant seulement l'espace qui est sous le quadrilatère.

Lèvre inférieure *fendue, à lobes allongés aigus*, rapprochés.

Tête non tronquée en avant, rhinarium petit, *vertical*. Yeux très-distants. Premier article des antennes *un peu plus long que le second.*

♂ Appendices anals supérieurs irrégulièrement trigones, non semi-circulaires (inconnus pour le sous-genre *Protonevra*), de la longueur du 10e segment.

Patrie : Amérique tropicale.

Sous-genre 1. — **IDIONEVRA**, De Selys.

Secteurs de l'arculus naissant *d'un même point, séparés immédiatement;* le supérieur du triangle aboutissant aux quatre ailes avant la moitié, un peu après la veine transverse qui se trouve dans le prolongement du nodus; le bref notablement fracturé dans sa seconde moitié. Le rudiment de secteur inférieur du triangle naissant *un peu après* la première transversale, et divisant en deux espaces superposés le dessous du quadrilatère. Ptérostigma en losange, un peu plus court que la cellule qu'il surmonte. Ailes arrondies.

Pieds médiocres, tibias portant *cinq cils* longs. Abdomen *long*, grêle.

♂ Appendices supérieurs épais, dentés. Les inférieurs *nuls* (en tubercule peu visible).

♀ Lobe postérieur du prothorax fortement redressé au milieu.

Patrie : Amérique méridionale tropicale.

27. Idionevra ancilla, **Hoffmansegg, MS.**

Agrion (sans nom spécifique), Hagen et De Selys, *Rev. Odon.*, page 332.

Abdomen ♂ 32, ♀ 28. Aile inférieure ♂ 17, ♀ 19.

Ptérostigma roux; 11 postcubitales.

Dessus de la tête, front et moitié basale de la lèvre vert bronzé, le reste roux pâle. Prothorax roux. Thorax roux, le devant noir bronzé. Abdomen noir bronzé au-dessus. Une lunule basale aux seg-

ments médians, les trois derniers roux; les côtés et le dessous jaunâtres. Pieds et appendices anals roux.

♂ Ptérostigma plus court, un peu rhomboïde. Appendices supérieurs un peu plus courts que le dernier segment, écartés, assez épais, subcylindriques, ayant en dessous une bifurcation qui s'arrête à leur moitié et dont la pointe est recourbée en dedans. Les deux premiers segments de l'abdomen roux.

♀ Ptérostigma plus long, plus en losange. Une partie des deux premiers segments noirâtre; le 10e fendu, un peu élevé au bout. Appendices triangulaires. Valvules longues, non dentelées.

Patrie : Bahia, Brésil, Mus. de Berlin. (Coll. Hagen et De Selys.)

NB. Nous avons dit quelques mots de la femelle de cette espèce dans la *Revue des Odonates*, d'après un exemplaire indiqué à tort par M. Beschke comme provenant du midi de la France.

Sous-genre 2. — NEONEVRA, De Selys.

Secteurs de l'arculus naissant d'*un même point, séparés immédiatement;* le supérieur du triangle aboutissant aux quatre ailes avant la moitié, un peu après la veine transverse qui se trouve dans le prolongement du nodus; le bref notablement fracturé dans sa seconde moitié. Le rudiment du secteur inférieur naissant *de la première transversale* et divisant en deux espaces superposés le dessous du quadrilatère. Ptérostigma en losange rhomboïdale surmontant une cellule. Ailes un peu arrondies.

Pieds courts, tibias portant *huit cils ou plus*, courts. Abdomen *médiocre.*

♂ Appendices supérieurs épais, les inférieurs *égaux ou plus courts.*

♀ Lobe postérieur du prothorax *divisé en deux et fortement redressé* au milieu (du moins chez la *bilinearis*).

Patrie : Amérique méridionale tropicale.

28. Neonevra rurriventris, De Selys.

Abdomen 27. Aile inférieure 19.

♂ Ailes un peu enfumées; 10-11 postcubitales. Ptérostigma petit,

brun en losange allongée. Tête et prothorax rougeâtres, variés de noirâtre. Devant du thorax brun, *finement strié transversalement* de noir et de jaunâtre; les côtés variés des mêmes couleurs. Abdomen rouge, le dessous noir; le dernier segment un peu obscur, le bord un peu redressé et évidé au milieu. Appendices rougeâtres plus courts, les supérieurs subconiques, mousses, bifides en dessous à la base, et ayant après leur moitié une dent interne penchée en bas; les inférieurs plus courts, cylindriques, épais à la base, un peu divariqués. Pieds roussâtres, les quatre postérieurs ayant l'extérieur des fémurs et l'intérieur des tibias noirs.

♀ Inconnue.

Patrie : Le Para, par M. Bates. (Collect. Selys.)

29. Neonevra bilinearis, De Selys.

Abdomen ♂ 24, ♀ 21. Aile inférieure ♂ 16, ♀ 15.

Ailes un peu jaunâtres, surtout chez le mâle; 10 postcubitales. Ptérostigma brun olivâtre rhomboïde assez longs. Corps olivâtre varié de noir.

♂ Tête olivâtre variée de noir en dessus et en arrière. Prothorax arrondi, noir, avec une grande tache latérale jaunâtre. Thorax olivâtre, avec deux bandes submédianes épaisses, rapprochées, une humérale double et une ligne latérale noires. Abdomen olivâtre, passant au bleu aux 7e et 8e segments, avec une ligne latérale ondulée, et le bord postérieur des segments noirs; 9e et 10e noirâtres; 10e court à bord un peu avancé et arrondi au milieu. Appendices supérieurs beaucoup plus courts, noirs, cylindriques en tubercule; les inférieurs plus longs que le dernier segment, et plus écartés que les supérieurs, subcylindriques, minces, comprimés. Pieds olivâtres; l'extérieur des fémurs et une ligne interne aux tibias noirs.

♀ Prothorax (voir les caractères du sous-genre). Les dessins noirs beaucoup plus étroits et ébauchés sur la tête et le corps. Bord du 10e segment tronqué. Appendices courts, livides, coniques.

Patrie : Le Para, par M. Bates. (Collect. Selys.)

Sous-genre 5. — **PROTONEVRA**, De Selys.

Agrion (Pars) Ramb.

Secteurs de l'arculus *naissant d'une même tige* et restant réunis pendant un court espace; le supérieur du triangle aboutissant aux quatre ailes *avant leur moitié*, vers la veine transverse qui se trouve dans le prolongement du nodus; le bref *légèrement* fracturé vers son extrémité; *aucun rudiment de secteur inférieur du triangle.* Ptérostigma un peu en losange surmontant une cellule. Ailes étroites, le bout elliptique.

Pieds courts, tibias portant *cinq cils médiocres* (du moins chez *Pr. sancta*). Abdomen long, grêle.

♂ Appendices anals (inconnus).

♀ Prothorax à lobe postérieur *non redressé* ni fendu.

Patrie : Amérique tropicale.

30. Protonevra capillaris, **Ramb.**

Agrion capillare, Ramb., nº 30.

Abdomen environ 25. Aile inférieure 17 (large de 2 $^1/_2$).

♂ Ailes *très-étroites* longuement pétiolées; le nodus étant aux $^2/_5$ *de la base au ptérostigma;* celui-ci noir, *carré long,* surmontant une cellule. Le secteur sous-nodal naissant *dans le prolongement oblique du nodus;* 10 postcubitales (124 cellules).

Corps très-grêle. Prothorax noir violet. Thorax azuré, le devant noir violet. Abdomen *capillaire,* 1er segment bronzé en dessus, le 2e noir violet; le 3e *très-long,* olivâtre avec une grande tache vert azuré pâle, *occupant le premier tiers;* les suivants brun violacé, avec un petit anneau basal pâle (tête, pieds et appendices inconnus).

♀ Inconnue.

Patrie : Cuba, ancienne collection Guérin. (Collect. Selys.)

31. Protonevra tenuis, **Dale, MS.**

Taille : environ celle de la *capillaris.*

Troisième segment de l'abdomen noir violet.

♂ Thorax noir, avec deux bandes antéhumérales rousses.

♀ Thorax avec trois lignes latérales (dont une antéhumérale?) jaunes.

Patrie : Le Para, par M. Bates. (Collect. Dale.)

NB. Je ne possède sur cette espèce que la note ci-dessus, que j'ai prise en visitant la collection de M. Dale.

32. **Protonevra sancta, Hagen.**

Abdomen environ 26. Aile inférieure 19.

♂ Inconnu.

♀ Ailes *moins étroites,* moins longuement pétiolées, le nodus étant *au* $^1/_3$ *de la base au ptérostigma,* qui est en losange un peu plus court que la cellule qu'il surmonte, brun. Le secteur sous-nodal naissant *un peu plus loin que le prolongement oblique du nodus.* 11 postcubitales (121 cellules).

Tête petite, noire en dessus, jaune en avant, pâle en arrière. Épistome noir. Prothorax noirâtre, jaune sur les côtés, à lobe postérieur arrondi, déprimé. Devant du thorax vert métallique, avec une raie antéhumérale et l'espace interalaire roussâtres; les côtés et le dessous jaune pâle, avec une fine ligne latérale noire. Abdomen grêle, noir en dessus, jaune aux côtés et en dessous, avec une lunule basale interrompue jaune aux segments 2-7e (le bout manque). Pieds jaunes, à cils noirs, un peu plus longs et moins nombreux que chez les *Neonevra.*

Patrie : Lagoa Santa (Venezuela), par Lund. (Collect. Hagen.)

Notice sur une hybride de Cirsium; par M. Alfred Wesmael, répétiteur à l'École d'horticulture, à Vilvorde.

Dans une herborisation faite, le 25 juillet, aux environs de Vilvorde, nous avons eu l'occasion d'observer, dans une prairie à Peuthy, une grande quantité de *Cirsium oleraceum* et de *C. palustre.* Le hasard nous conduisit

vers une plante que nous avons considérée comme hybride, et ayant pour ascendants les deux espèces précédentes. Nous reconnûmes tout de suite la prépondérance du *C. oleraceum*, qui, bien certainement, avait servi de père; toutefois, l'hybride s'en écarte par la décurrence des feuilles sur une étendue variable, en comparant entre eux les divers entre-nœuds, ainsi que par les calathides, qui sont de moitié plus petites. Notre plante se rapproche du *C. palustre* par la décurrence des feuilles, par la nervure des écailles du péricline qui est blanche (1), et par les feuilles florales, qui sont d'un vert foncé et beaucoup plus étroites que dans le *C. oleraceum.*

Voici la description de l'hybride à laquelle nous donnons, avec Nägeli, le nom de *C. oleraceo-palustre.*

Plante atteignant environ soixante à soixante et dix centimètres. Calathides portées sur des pédoncules de huit à dix millimètres, réunies au nombre de cinq à huit au sommet de la tige en corymbe. Feuilles florales décurrentes beaucoup plus longues que les calathides, *vertes,* jamais décolorées comme dans le *C. oleraceum.* Péricline ovoïde, atteignant environ treize millimètres jusqu'à son rétrécissement. Écailles extérieures lancéolées-aiguës, scarieuses vers leur moitié inférieure, aranéeuses, terminées par une épine plus ou moins étalée, pourvues sur le dos et sous le sommet d'une nervure saillante *blanche;* écailles intérieures linéaires, scarieuses sur les bords et au sommet, mutiques. Corolles jaunâtres. Anthères de certaines calathides violettes, d'autres jaunâtres. Feuilles beaucoup plus épaisses que dans le *C. oleraceum,* d'un vert sombre à la

(1) Cette nervure a noirci par la dessiccation.

face supérieure, qui est parsemée de quelques rares poils spinescents très-courts; plus pâles à la face inférieure, et couvertes d'un léger duvet appliqué, subaranéeux (1); pennatipartites, à segments lancéolés-dentés spinuleux; décurrentes sur une longueur variable, suivant les mérithalles. Tige dressée, sillonnée et très-velue. Probablement vivace. Fleurit en juillet. Habitat : Prairie spongieuse à Peuthy.

MM. Grenier et Godron, dans la *Flore de France,* vol. II, p. 215, décrivent une hybride sous le nom de *Cirsium palustri-oleraceum* Nägeli. C'est la plante que Koch décrit sous le nom de *C. hybridum.* Nous n'avons pas découvert dans notre plante les caractères donnés par ces auteurs ; du reste, la plante de Koch a plus d'affinités avec le *Cirsium palustre* qu'avec l'*oleraceum,* tandis que, dans celle que nous décrivons, les caractères du *C. oleraceum* se font reconnaître bien plus que ceux de *C. palustre.*

—

— M. Van Beneden présente un mémoire manuscrit, accompagné de planches, *Sur les crustacés du littoral de Belgique.* Ce travail est renvoyé à l'examen de MM. d'Udekem, de Selys-Longchamps et Cantraine.

---

(1) Ce duvet a plus ou moins disparu par la dessiccation.

Séance du 3 novembre 1860.

M. Van Beneden, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, Ad. De Vaux, Gluge, Nerenburger, Schaar, Liagre, Brasseur, Poelman, Dewalque, Jules d'Udekem, *membres;* Spring, Lacordaire, Lamarle, *associés.*

CORRESPONDANCE.

—

M. le Ministre de l'intérieur fait connaître les mesures prises pour recueillir, dans les fouilles et terrassements qui s'effectuent autour de la ville d'Anvers, les objets de nature à intéresser la science. « Si la classe ne partage pas ma manière de voir et juge des mesures spéciales nécessaires, ajoute M. le Ministre, je vous prie, M. le secrétaire perpétuel, de vouloir bien l'engager à me faire connaître ses vues et à me soumettre des propositions. »

MM. le vicomte Du Bus, Van Beneden, Dewalque, De Koninck et Nyst sont chargés d'examiner la demande faite par le Gouvernement et de proposer le projet de réponse à lui communiquer.

— Une autre lettre ministérielle adresse à l'Académie trois exemplaires de la première partie du tome XIII des *Bulletins du conseil supérieur d'agriculture.* — Remercîments.

— L'Association américaine de Cambridge pour l'avancement des sciences, transmet le treizième volume de ses bulletins.

L'Académie californienne des sciences naturelles remercie l'Académie pour l'envoi de ses dernières publications.

Des remercîments semblables sont adressés par le collége de Dartmouth, dans le Hanovre aux États-Unis, en même temps qu'une liste des ouvrages que cet établissement destine à la bibliothèque de l'Académie.

La société des sciences naturelles du Wurtemberg remercie également pour la réception des dernières publications, et annonce l'envoi des numéros 2 et 3 du seizième volume de ses mémoires.

M. le docteur Jean Müller, de Berlin, en offrant la première livraison de son ouvrage récent sur l'antiquité de l'archipel des Indes orientales, écrit qu'il se fera un plaisir de transmettre les livraisons suivantes.

M. Adolphe Weiss fait la même promesse, en envoyant la première partie d'un ouvrage qu'il vient de publier.

M. le secrétaire perpétuel fait connaître que, le 19 du mois dernier, il a reçu de M. Lamarle un paquet cacheté dont il fait le dépôt. Ce paquet est contre-signé par M. le directeur.

La classe reçoit ensuite les ouvrages manuscrits suivants :

1° De M. Alexis Perrey, une notice *Sur les tremblements de terre en* 1858. (Commissaires : MM. Duprez et Quetelet.)

2° De M. Ed. Sacré une note *Sur la construction des paratonnerres*. (Commissaires : MM. Duprez et Liagre.)

3° De M. Florimond, une notice sur l'orage du 19 février 1860; sur la génération de l'électricité et la formation des orages en général ; sur la fréquence des coups de foudre pendant les orages d'hiver. (Commissaires : MM. Duprez et Quetelet.)

— M. le secrétaire perpétuel communique les résultats suivants, qu'il a reçus de M. Buys-Ballot, directeur de l'observatoire météorologique d'Utrecht, sur l'intensité relative des vents, observée dans cette ville pendant les années 1849 à 1854.

Intensité relative des vents, observée à Utrecht, pendant les années 1849 à 1854.

DIRECTION.	NOMBRE d'observat.	INTENSITÉ moyenne à 8 h. du mat.	NOMBRE d'observat	INTENSITÉ moyenne à 2 h. du soir.	NOMBRE d'observat.	INTENSITÉ moyenne à 10 h. du soir.
N	84	1.20	121	1.98	150	0.81
NNE. . .	112	1.18	173	1.75	114	0.96
NE. . . .	209	1.27	163	1.89	214	1.27
ENE. . .	120	1.44	103	1.82	79	1.24
E	53	1.02	38	1.89	43	0.70
ESE. . .	41	1.13	34	1.47	35	0.60
SE. . . .	96	1.00	88	1.33	72	0.82
SSE. . .	121	1.12	115	1.39	82	0.95
S.	143	1.40	138	1.49	164	1.33
SSO. . .	166	1.70	157	1.87	153	1.35
SO. . . .	340	1.77	255	2.14	288	1.60
OSO. . .	209	1.79	238	2.34	185	1.60
O	130	1.35	161	2.04	150	0.70
ONO . .	113	1.01	138	1.82	145	0.74
NO . . .	137	1.22	184	1.76	191	0.59
NNO. . .	116	1.25	145	1.87	126	0.65

L'inspection de ce tableau fait voir que la plus grande intensité arrive à 10 heures du soir. La première colonne indique que la direction du vent change le soir, et que deux composantes, une de l'ONO. et une autre de l'ESE. se joignent, le matin, aux autres composantes; c'est ce que M. Wenchebach avait déjà démontré.

RAPPORTS.

Sur quelques ossements humains fossiles et sur quelques silex taillés. Notice de M. C. Malaise.

Rapport de M. De Koninck.

« Depuis que l'on a cessé de considérer les fossiles comme de simples jeux de la nature, depuis qu'il a été prouvé que les fossiles ne sont que les dépouilles d'êtres vivants qui ont précédé ceux qui existent encore à la surface de notre globe, l'homme fossile est devenu, pour certains naturalistes et pour quelques philosophes, le but d'actives et de nombreuses recherches.

Pendant un certain temps, on a cru la question résolue par la publication pompeuse de l'*Homo diluvii testis* de Scheuchzer, qui, peu familiarisé avec l'étude de l'anatomie, confondit avec le squelette humain celui d'un reptile d'eau douce d'assez grande taille (*Andrias Scheucheri*, Tschudi) et très-rapproché, quant aux caractères, de notre salamandre ordinaire.

La réfutation éclatante de l'erreur dans laquelle avait versé le naturaliste suisse, par l'illustre Cuvier, avait rendu plus circonspects ceux qui étaient tentés de suivre la même voie. Une réaction trop prononcée avait été la conséquence de cette réfutation; car lorsque notre savant confrère Schmerling annonça, dans son remarquable ouvrage sur *les ossements des cavernes,* qu'il avait découvert des ossements humains mêlés à ceux d'animaux, éteints

en ce moment et dont les restes se retrouvent néanmoins dans le diluvium, peu de géologues ajoutèrent foi à ses assertions. La plupart même étaient d'avis que l'observation était probablement mal faite, ou bien que le mélange était dû à un de ces accidents fortuits qui souvent conduisent à des appréciations erronées, lorsqu'on s'en tient aux apparences.

Il n'a fallu rien moins que les patientes recherches d'un archéologue, M. Boucher de Perthes, et la confirmation de ses découvertes par d'éminents géologues anglais et français, pour détruire l'espèce de défaveur dans laquelle était tombée la question se rattachant à l'existence de l'homme fossile.

Sir Charles Lyell s'en occupe activement en ce moment. Déjà ce savant et infatigable géologue a visité les principales localités où des restes antédiluviens de l'homme ou de l'industrie humaine ont été signalés, et il est probable que bientôt il communiquera au public le résultat de ses recherches.

C'est en quelque sorte à son instigation, pendant son dernier séjour à Liége, que M. le Dr Malaise a cherché à donner une solution définitive à la découverte faite par Schmerling. Dès sa première visite dans la grotte d'Engihoul, il fut assez heureux d'atteindre son but.

Il découvrit deux portions de mâchoire inférieure et trois fragments de crâne. Ces ossements étaient enfouis sous une couche de stalagmite épaisse de deux à trois centimètres et à une profondeur de cinquante à soixante centimètres, dans un limon très-poreux et caillouteux, pêle-mêle avec des ossements d'ours des cavernes, de pachydermes et de ruminants.

Comme ce limon ne portait aucune trace qui pût faire

admettre qu'il ait été remué, et que tous les os offraient exactement le même aspect, il faut bien conclure que tous sont contemporains.

Ce sont ces os humains qui sont décrits dans la note, communiquée par M. Malaise, et qui sont figurés en partie sur la planche jointe à cette note. Néanmoins ces os n'étaient pas accompagnés des fragments de silex, évidemment travaillés de la main de l'homme et dont Schmerling en a figuré un dans son ouvrage.

Mais M. Malaise en a découvert d'autres de même forme à Spiennes, près Mons.

C'est dans cette même localité que depuis plusieurs années, M. Albert Toilliez, ingénieur des mines à Mons, a trouvé plus de deux cents haches et autres instruments grossièrement taillés en silex, qui font partie de sa collection. La parfaite similitude de ces haches avec celles découvertes aux environs d'Amiens, avait fait croire que leur position géologique pourrait être la même que celle de ces dernières. Je me disposais à examiner cette question avec toute l'attention qu'elle mérite, lorsque j'ai reçu de M. Toilliez une lettre dans laquelle il m'annonce *qu'il a positivement reconnu la superposition sur le limon hesbayen, du lit superficiel de cailloux mêlés de silex travaillés. Ce lit*, ajoute-t-il, *est donc bien différent du dépôt caillouteux inférieur du limon qui contient les restes de Rhinocéros et d'Elephas. Pour moi, ce lit superficiel, quoiqu'il couvre, sur deux collines, environ une cinquantaine d'hectares, d'une manière plus ou moins complète, n'est plus que l'emplacement d'un immense atelier de fabrication de haches de silex, celui-ci étant très-abondant dans le voisinage.*

Il est très-probable qu'aux observations faites par M. Toilliez, il s'en joindra bientôt d'autres, et que l'on ne tardera

pas à être fixé d'une manière définitive sur l'opinion émise par ce savant ingénieur.

En attendant, je propose d'adresser des remercîments à M. le docteur Malaise et de faire imprimer sa notice dans les *Bulletins de l'Académie.* »

—

Rapport de M. d'Omalius.

« Ayant toujours été porté à croire que l'homme existait pendant la période que les géologues actuels nomment quaternaire, je vois avec plaisir multiplier les observations qui tendent à appuyer cette opinion, et je crois que l'on doit leur donner toute la publicité possible; de sorte que je me joins à mon savant confrère, M. De Koninck, pour proposer à la classe de faire imprimer la note de M. Malaise dans les *Bulletins.*

Je crois toutefois devoir ajouter que les faits, décrits ou rappelés dans cette note, ne me paraissent pas encore suffisants pour que l'on considère la question comme définitivement jugée. Ces faits sont de deux catégories, dont l'une se rapporte aux ossements humains et l'autre aux silex taillés.

Quant aux ossements, ils n'ont encore été trouvés que dans des cavernes; or on sait que, d'après la disposition de la plupart de ces cavités, des objets peuvent y avoir été introduits depuis le moment de leur formation jusqu'à l'époque actuelle. A la vérité, les ossements découverts par M. Malaise, ainsi que quelques-uns de ceux recueillis par ses prédécesseurs, étaient recouverts par une couche de stalagmite, ce qui prouve qu'ils sont antérieurs à la for-

mation de cette couche; de sorte que l'on pourrait avoir une notion positive de leur antiquité, si l'on savait quel est l'âge de la stalagmite; mais, jusqu'à présent, on n'a trouvé, ou du moins on n'a publié, aucune indication de cette nature, et l'on sait qu'il y a des cavernes où il se forme encore des stalagmites, tandis qu'il y en a d'autres où le sol n'est recouvert que de matières meubles à l'état terreux ou arénacé. On conçoit donc que des ossements ou des objets d'industrie humaine, introduits à diverses époques dans des cavernes de cette dernière catégorie, peuvent se mêler indéfiniment, et qu'ensuite si quelques changements dans le régime des eaux autour d'une de ces cavernes vient un jour à y déterminer la formation de stalagmite, on pourra, plus tard, trouver sous cette stalagmite un mélange de traces de toutes les populations qui se sont succédé sur la terre, depuis le moment de la formation de la caverne jusqu'à celui où a commencé celle de la stalagmite.

Quant aux silex taillés, je conçois que l'on doit hésiter à élever des doutes depuis les opinions qui ont été émises dans ces derniers temps par des géologues éminents; cependant, il est à remarquer que, sauf ceux qui accompagnaient les ossements des cavernes, tous les autres n'ont été trouvés que dans des dépôts meubles. Or on sait avec quelle facilité les dépôts meubles glissent lorsqu'ils sont humectés, avec quelle facilité ils se crevassent dans les tremblements de terre ou par le simple desséchement, et enfin avec quelle facilité ces crevasses se referment sans laisser de traces de leur existence; de sorte que l'on doit être très-circonspect avant d'avoir la conviction que tous les objets qui se trouvent dans des dépôts meubles y ont été introduits lors de leur formation originaire. En effet,

si, par exemple, des hommes avaient établi, pendant la période actuelle, une fabrique de haches de silex dans les dépôts de cailloux roulés qui se trouvent dans le voisinage des marais des bords de la Somme, des tremblements de terre pourraient avoir fait glisser les cailloux de manière que les fosses où l'on taillait les silex aient été refermées sans que l'on aperçoive de dérangement dans les diverses assises meubles qui composent le sol.

Il est à remarquer à cette occasion que l'intéressante communication de M. Toilliez, que M. De Koninck vient de nous faire connaître, tend jusqu'à un certain point à augmenter les doutes, puisque le savant ingénieur a reconnu que les silex taillés du Hainaut, que l'on nous dit semblables à ceux de Picardie, reposent au-dessus du limon de Hesbaye, qui est considéré comme un des derniers termes des dépôts de la période quaternaire.

Je pense donc que la démonstration ne sera complète que quand on aura trouvé les ossements ou les traces de l'industrie humaine dans l'intérieur ou au-dessous d'une couche cohérente dont l'âge soit bien constaté par la présence de fossiles quaternaires.

D'un autre côté, je ne dois pas laisser ignorer à la classe qu'il existe une troisième catégorie de faits dont il n'est pas question dans le mémoire de M. Malaise. Je veux parler de la communication faite à l'Académie des sciences de l'Institut de France, le 19 mars 1860, par M. Lartet, concernant des os de *Rhinoceros tichorinus* et d'autres animaux quaternaires, qui porteraient des traces d'instruments tranchants qui auraient atteint ces os lorsqu'ils étaient à l'état frais. On conçoit que, s'il est une fois reconnu que ces atteintes d'instruments tranchants ont effectivement eu lieu lorsque les os étaient à l'état frais,

il ne restera plus de doutes sur la contemporanéité de l'homme et des animaux quaternaires; mais, quelle que soit la confiance qu'inspirent les travaux aussi savants que consciencieux de M. Lartet, on doit attendre, avant de considérer la question comme résolue, que la science se soit prononcée sur cette ingénieuse découverte. »

D'après la demande des commissaires, la notice de M. Malaise sera insérée au *Bulletin*, et des remercîments lui seront adressés pour sa communication.

—

— D'après les rapports favorables des trois commissaires, MM. d'Udekem, Edm. de Selys-Longchamps et Cantraine, le mémoire de M. Van Beneden, intitulé : *Recherches sur des crustacés du littoral de la Belgique*, sera imprimé dans les *Mémoires de l'Académie*, avec les planches qui lui servent de développement.

Aux termes du règlement concernant les écrits des membres, les rapports détaillés auxquels ce mémoire a donné lieu, ne peuvent être insérés dans le *Bulletin* de la séance.

— MM. Cantraine et Wesmael demandent à faire quelques observations à M. Belval, sur les deux notices qu'il a soumises à l'Académie, avant de lire leur rapport définitif.

— MM. Schaar et Brasseur font un rapport verbal sur le mémoire de M. Manilius, concernant la méthode infinitésimale, et ils en proposent le dépôt aux archives. — Cette proposition est adoptée.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

—

M. le secrétaire perpétuel communique les résultats suivants qu'il a reçus concernant les phénomènes périodiques observés pendant l'année 1860 :

1. Observations faites dans le jardin botanique de Vienne, par M. Ch. Fritsch, sur le règne végétal et le règne animal;

2. Observations faites dans le jardin de l'observatoire de Bruxelles, par M. Ad. Quetelet, sur le règne végétal;

3. État de la végétation à Waremme, le 21 avril 1860; observations de MM. de Selys-Longchamps et Michel Ghaye;

4. État de végétation, le 21 octobre dernier :

A Bruxelles, dans le jardin de l'Observatoire; par M. Ad. Quetelet;

A Melle, près de Gand; par M. Bernardin;

A Jemeppe; par M. Alfred de Borre.

—

Sur les phénomènes périodiques des plantes et des animaux; par M. A. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie.

Les premières recherches comparatives sur les époques périodiques des plantes et des animaux datent de l'autre siècle. Elles furent faites à la demande de Linné; mais comme cet illustre naturaliste ne précisait pas suffisamment le but qu'il voulait atteindre, ses observations, peu

comparables à celles de ses correspondants, durent être suspendues quelques années après avoir été entreprises.

Différentes tentatives isolées ont été renouvelées depuis, mais elles sont restées à peu près constamment sans résultat utile. Cette fâcheuse lacune me frappa, quand je cherchai, il y a plus d'un quart de siècle, à réunir dans un même travail l'ensemble des phénomènes terrestres qui dépendent de la succession des jours et des saisons. J'en fis la remarque à l'Académie et, en 1839, je lui présentai les premières observations sur les phénomènes périodiques des plantes que j'avais recueillies, pendant le cours de cette année, dans le jardin de l'Observatoire. Je sentis dès lors la nécessité de publier un programme, si je tenais à recevoir des observations comparables aux miennes.

J'eus recours aux lumières de plusieurs de mes confrères de l'Académie, et je fus secondé tout à la fois par la coopération de savants belges et étrangers. Je dois citer particulièrement avec reconnaissance mes collègues MM. Kickx, Martens, Morren, de Selys-Longchamps (1), Dumortier, Cantraine, Wesmael, Gauchy, Dumont, Van Beneden, De Koninck, Bernard Du Bus, Schwann, Spring, Duprez, Gluge, Dewalque, Montigny, Sommé, Galeotti, etc. Je puis dire que tous les observateurs en général secondèrent cet utile projet.

Peu à peu le plan s'agrandit, et les hommes les plus distingués dans les sciences voulurent bien appuyer mes idées pour arriver à établir un plan comparatif de recher-

---

(1) M. de Selys-Longchamps a demandé, depuis, qu'on fît l'observation de l'état des plantes à des époques déterminées, soit les 21 mars, avril et octobre ; ces observations ont lieu, du moins en Belgique.

ches. Je nommerai en particulier de Humboldt, Berzelius, Robert Brown, Herschel et parmi nos collaborateurs, MM. de Martius, le comte Gasparin, Decaisne, Jenyns, Zantedeschi, Fritsch, Dureau de la Malle, Bravais, Martins, d'Hombres Firmas, Colla, Wartmann, Kupffer, Hess, Dorn, Goppert, Cohn, etc.

Presque en même temps que l'observation des phénomènes périodiques s'organisait en Belgique, une organisation semblable se faisait par les soins de MM. Kreil et Fritsch, d'abord à Prague et plus tard à Vienne. Différents pays suivirent cet exemple, et plusieurs villes importantes devinrent le centre de nombreux travaux : je citerai en particulier Breslau, Berlin, Saint-Pétersbourg, Stockholm et Londres, Les relations qui s'établirent à ce sujet, d'un pays à l'autre, firent sentir la nécessité d'opérer avec le plus grand ordre et de ne présenter que des observations rigoureusement comparables entre elles : on comprit le besoin d'arrêter et de formuler un programme général.

Cet utile travail fut entrepris au congrès de statistique de Vienne, et l'on voulut bien m'y charger, avec M. Fritsch, de le présenter plus tard au congrès de Londres (1). En l'absence de mon collègue, je l'ai soumis, au mois de juillet dernier, à la sixième section de l'assemblée, dont j'avais l'honneur d'être le président; et, après qu'il y eut reçu l'approbation de mes collègues, je le communiquais au congrès en séance générale.

Un important progrès s'est donc réalisé, et désormais les observations des phénomènes périodiques des plantes

---

(1) Le catalogue, semblable du reste à celui employé précédemment à Vienne et à Bruxelles, a été rédigé par les soins de M. Fritsch et a reçu l'approbation de l'Académie des sciences de Vienne avant d'être présenté au congrès international de Londres.

et des animaux se feront en tout pays d'après les mêmes principes et seront comparables sous tous les rapports. Cette unité était de la plus grande importance pour le but qu'il s'agissait d'atteindre.

Si je me permets aujourd'hui de vous entretenir de l'espèce de lien qui vient de s'établir entre tous les peuples, au sujet des phénomènes périodiques, c'est que vous avez été les premiers à en donner le signal et des plus constants à en activer les progrès.

—

Sur les mouvements du cœur, spécialement sur le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires ; par M. A. Spring, associé de l'Académie.

Il règne encore, en physiologie, une fâcheuse incertitude à l'égard du mode d'après lequel s'exécutent les mouvements du cœur. Selon l'opinion qu'on rencontre le plus souvent, cet organe agit à la manière d'une pompe foulante, dont les coups de piston se succéderaient à des intervalles égaux, et qui se rechargerait par un excédant de pression communiqué au liquide. Sa contraction ou systole alternerait régulièrement avec la dilatation ou diastole, qui ne serait que le temps de repos. Beaucoup d'observateurs maintiennent même la doctrine de Haller, d'après laquelle les oreillettes se trouveraient à l'état de systole pendant que les ventricules se remplissent, et leur diastole coïnciderait exactement avec la systole de ces autres compartiments.

Cependant les recherches des comités saisis de cette question, en 1835 et 1837, par l'Association britannique pour l'avancement des sciences, ont démontré à l'évidence

qu'il n'existe pas d'alternance régulière entre les actes auriculaires et les actes ventriculaires; que la contraction des oreillettes n'est à la rigueur pas distincte de celle des ventricules et, par conséquent, qu'on a tort d'opposer la systole des premières à celle des seconds. La théorie que Laennec et ses disciples immédiats avaient donnée des bruits accompagnant les actes cardiaques a dû être abandonnée à la suite de ces recherches, dont l'autorité se fondait à la fois sur l'habileté remarquable des savants qui en étaient chargés et sur la largesse des subsides que l'Association britannique y avait consacrés. Il était irrévocablement prouvé que le choc ou impulsion du cœur correspond à la systole ventriculaire et coïncide avec le premier bruit, et que le deuxième bruit indique le commencement de la diastole. Il n'était, en outre, plus guère possible, depuis, de chercher la cause du deuxième bruit ailleurs que dans le claquement des valvules sigmoïdes, dont la fermeture s'opère brusquement par le choc de retour de la colonne sanguine artérielle.

Mais il s'en faut de beaucoup que la question ait été résolue également bien, en ce qui concerne le premier bruit. Les comités de Dublin et de Londres n'ont obtenu, à son égard, que des résultats négatifs; aussi la manie des hypothèses, refoulée des autres points, s'est-elle rabattue avec d'autant plus de vigueur sur celui qui lui restait accessible.

Pour sortir de la confusion qui menaçait de devenir de plus en plus grande, j'avais tenté, dès 1838, quelques expériences relatives aux causes et au mécanisme des pulsations cardiaques. Chaque fois que je tenais en mains le cœur d'un animal vivant, je fus frappé de la force avec laquelle il exécutait sa dilatation. Ce qu'on avait autrefois dit d'une *dilatation active* me revint alors à la mémoire,

et, quelques années plus tard, j'osais aborder ce problème directement, tout en sachant bien que je m'exposais à une désapprobation à peu près générale. De nouvelles expériences me démontrèrent la réalité de ce que les anciens physiologistes avaient appelé l'*aspiration* du cœur, et il me fut impossible de ne pas y voir la preuve que les ventricules de cet organe s'ouvrent ou se dilatent *activement*.

En présence de ce fait, ma perplexité fut grande toutefois quand j'essayais de me rendre compte des circonstances et du mécanisme de cette dilatation. Quoique appuyée de nos jours par un physiologiste de la valeur de William Carpenter, le pouvoir d'élongation de la fibre musculaire, tel que l'avaient compris Bichat et Dumas de Montpellier, me parut inadmissible; et, d'un autre côté, je trouvai exact, en les soumettant à un nouveau contrôle, tous les arguments classiques qu'on opposait à la dilatation active.

Après avoir été tenu en échec, pendant quelque temps, devant cette double difficulté, il m'a été permis de m'avancer d'un pas, en reconnaissant une erreur qui a été commise par tous ceux qui, depuis Harvey et Lancisi, se sont occupés des mouvements du cœur. Tous ont pris pour synonymes la *diastole* et la *dilatation*. Mais la diastole n'est pas l'opposé de la systole; elle est tout simplement, l'étymologie le dit du reste déjà, la *pause*, le *silence*, l'*état de repos*. J'ai trouvé que les ventricules ne se remplissent pas *immédiatement* après leur évacuation systolique, mais l'instant *avant cette évacuation*, et qu'au lieu de deux actes, chaque révolution cardiaque se compose en réalité de trois qui se succèdent dans l'ordre suivant : *dilatation, resserrement, pause* ou : *présystole*, car c'est ainsi que j'ai nommé le premier acte, *systole, diastole*.

La *présystole* ou *dilatation* appartenant évidemment à la période d'activité du cœur, la question se présenta ensuite de savoir si les fibres musculaires du cœur ne se trouvent pas, les unes à l'égard des autres, dans un rapport d'*antagonisme* semblable à celui qui existe entre les fibres longitudinales et les fibres circulaires de l'utérus, de la vessie, de l'œsophage et, en général, de tous les organes musculeux de la vie organique à laquelle le cœur appartient également. Je me suis demandé même si des deux nerfs moteurs qui animent le cœur, du pneumogastrique et du grand sympathique, l'un ne préside pas à la contraction des fibres dilatatoires et l'autre à celle des fibres qui opèrent le resserrement des ventricules? L'observation que, par une forte irritation galvanique du nerf pneumogastrique, les mouvements du cœur s'arrêtent à l'état de dilatation, me semblait y autoriser. J'ai pu réunir plusieurs faits et considérations d'un autre genre pour donner un certain degré de probabilité à l'assertion que des deux ordres de fibres musculaires du cœur, des fibres communes et des fibres propres, les premières se contractent pendant la présystole pour opérer la dilatation des ventricules; les secondes, pendant la systole, pour produire leur resserrement.

Quelques années après la découverte de la présystole ou de la *dilatation préalable*, j'en fis une seconde, à savoir que cette découverte avait été faite déjà par André Vésale. Non-seulement il distingua trois actes cardiaques qu'il fit se succéder dans l'ordre indiqué plus haut, mais il soutint encore l'antagonisme des fibres musculaires, en faisant dépendre des fibres droites ou longitudinales la dilatation, et des fibres circulaires ou transversales le resserrement. Tous les anatomistes et physiologistes qui lui ont succédé ont passé cette doctrine sous silence.

A partir de 1848, l'occasion existait pour moi de me livrer journellement à l'auscultation du cœur, à l'état normal et à l'état de maladie. Je découvris le fait important qu'il n'y a pas deux tons ou bruits, mais *trois;* seulement le premier et le deuxième se succèdent sans intervalle, tandis que le troisième est nettement séparé du deuxième. L'idée a dû venir que le premier ton appartient à la présystole, le deuxième à la systole, alors que le troisième, conformément à l'opinion générale, correspond à la diastole.

Ceci m'a obligé à aborder la question si controversée du jeu des valvules auriculo-ventriculaires. Les recherches poursuivies dans cette direction m'ont donné pour résultat, que les valvules mitrale et tricuspide sont abaissées violemment et tendues, lors de la présystole, par l'action des muscles papillaires qui, comme les anatomistes le savent depuis longtemps, ne sont autre chose qu'une des terminaisons des fibres musculaires communes, c'est-à-dire de celles qui opèrent la dilatation des ventricules. Abaissées violemment et tendues, elles se trouvent dans les conditions à produire un son, et puisque l'observation des malades me démontrait que les lésions de ces valvules amenaient ou l'absence ou l'altération du premier ton, je n'hésitai pas à l'appeler le *ton présystolique.* Le deuxième, ou le *ton systolique,* est dû au choc communiqué aux mêmes valvules, ainsi qu'aux cordages tendineux, par le sang qui, lors de la systole, est violemment comprimé par les fibres musculaires propres des ventricules.

Mes recherches sont exposées en détail et leurs résultats sont consignés dans le mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Son premier article traite de l'ordre de succession des actes cardiaques; le second du mécanisme de la dilatation ventriculaire; un troisième ar-

ticle examine les conditions du pouls cardiaque; enfin un quatrième est consacré au jeu des valvules auriculo-ventriculaires et à ses effets acoustiques.

Ici je demanderai seulement la permission de résumer très-brièvement la doctrine que je voudrais substituer à celles qui se disputent actuellement le pouvoir, et dont l'insuffisance est surtout sensible aux médecins qui essayent d'en faire l'application au diagnostic des maladies du cœur.

Description des mouvements du cœur. — Chaque révolution du cœur s'accomplit en trois temps : la présystole, la systole et la diastole. Pendant les deux premiers temps, l'organe est actif; il est en repos pendant le dernier.

1° *La présystole.*

Pendant ce premier temps, les ventricules *s'ouvrent* ou se *dilatent,* et exercent ainsi une *succion* sur le sang contenu dans les oreillettes. L'entrée du sang est *rendue possible* par l'abaissement brusque des valvules auriculo-ventriculaires. Elle est *facilitée* par la contraction des parois des oreillettes, qui a lieu en même temps.

Ainsi trois actes simultanés constituent la présystole : 1° la dilatation des ventricules; 2° l'abaissement des valvules auriculo-ventriculaires, et 3° la contraction des parois auriculaires. Tous les trois sont l'effet de la contraction d'une seule et même espèce de fibres : des fibres musculaires *communes.*

Dans la présystole, le cœur prend une forme sphérique : la pointe se rapproche de la base, et en même temps celle-ci s'abaisse un peu vers la pointe; la section de la base, qui était elliptique, devient circulaire, et les diamètres transversal et antéro-postérieur augmentent.

La réplétion des ventricules se fait en une fois et brus-

quement; mais les oreillettes ne se vident jamais entièrement : c'est que les effets de la succion ou aspiration ventriculaire se font sentir plus loin, jusque dans les principaux troncs veineux, qui sont ainsi soumis à un *affaissement présystolique.*

Quand le cœur est fortement serré contre la paroi thoracique, alors le retrait de la pointe devient visible au dehors : le *retrait présystolique.*

Enfin l'abaissement brusque des valvules auriculo-ventriculaires et leur tension produisent un son qui se transmet à travers les liquides et les tissus jusqu'à l'oreille de l'observateur; plus distinctement cependant à la région de la base qu'à celle de la pointe : le *ton présystolique.*

Tels sont les trois *signes* auxquels on reconnaît la présystole et dont l'altération permet de pressentir et de diagnostiquer les lésions morbides se rapportant : 1° à l'innervation et à la myotilité des ventricules, et spécialement des muscles papillaires; 2° au volume des oreillettes; 3° aux orifices veineux, et 4° aux valvules auriculo-ventriculaires.

2° *La systole.*

Le deuxième temps de la révolution cardiaque comprend le *resserrement* des ventricules et l'*expulsion* du sang dans les artères. Il succède à la présystole *sans aucune interruption* et a une durée double pour le moins. La cavité des ventricules est resserrée graduellement, et à la fin même presque annulée. La contraction systolique est *progressive;* elle s'étend rapidement de la base à la pointe, et revient de là pour se terminer à l'insertion des troncs artériels. Elle semble être plus forte *latéralement* que dans les autres sens. Le cœur systolique a une forme *conique;*

la pointe semble *s'allonger* ou se porter en avant, tandis que la grosseur du cœur, d'avant en arrière, persiste et tend même à augmenter encore.

Les valvules auriculo-ventriculaires sont relevées, c'est-à-dire appliquées aux orifices, tandis que les valvules sigmoïdes s'ouvrent sous la pression exercée par le sang ventriculaire. Les ventricules se vident presque complétement.

Rien d'actif ne se passe dans les oreillettes, qui recommencent à recevoir le sang que la pression hydrostatique leur amène du côté des veines.

Trois actes simultanés caractérisent donc la systole : 1° le resserrement des ventricules; 2° l'ouverture des valvules sigmoïdes, et 3° la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires. Au dehors, elle s'indique par trois *signes* : 1° le pouls cardiaque; 2° le pouls artériel, et 3° le ton systolique.

Le *pouls cardiaque* ou *choc de la pointe* consiste dans un ébranlement communiqué à cette région du thorax qui correspond à la pointe du cœur. Chaque fois que les circonstances le permettent, la région indiquée éprouve en outre un *soulèvement.* Les deux phénomènes : l'ébranlement et le soulèvement, sont dus à l'action unie de trois causes différentes, à savoir : la protrusion de la pointe, l'endurcissement brusque de la substance ventriculaire et un mouvement de projection communiqué à l'organe dans sa totalité.

Le mécanisme du *pouls artériel* est étranger au présent travail.

Enfin, le *ton systolique*, qui est en continuité avec le ton présystolique, a, comme ce dernier, son siége dans les valvules auriculo-ventriculaires. Ces valvules sont étalées horizontalement lors de la systole, planes ou con-

vexes à leur face auriculaire; les cordages tendineux de deuxième et de troisième ordre les empêchent d'être refoulées dans les oreillettes. Le choc qui leur est communiqué, ainsi qu'aux cordages tendineux, par la brusque interversion du cours du sang, les fait entrer en vibration.

Le pouls cardiaque subit des modifications selon les circonstances suivantes : 1° l'état de l'innervation; 2° le degré de développement des fibres musculaires propres des ventricules; 3° la capacité de ces compartiments, et 4° le rapport de cette capacité avec celle de l'orifice artériel.

L'altération du ton systolique peut dépendre à la fois d'une lésion des orifices ou des valvules auriculo-ventriculaires, ou d'un rétrécissement des orifices aortiques, voire même de certains vices des valvules sigmoïdes.

3° *La diastole.*

La systole se termine *brusquement*, comme si les ventricules s'abandonnaient à une force de ressort. La colonne sanguine artérielle, perdant tout d'un coup la force qui la fit avancer, revient sur elle-même, et opère ainsi la fermeture des orifices aortique et pulmonaire. Le choc qu'elle communique aux valvules sigmoïdes donne lieu à un claquement : au *ton diastolique.*

Pendant la diastole, le cœur ventriculaire *s'aplatit* et *s'élargit*, sans prendre toutefois une forme déterminée. Il ressemble à une poche inerte; on n'y remarque aucun mouvement, ni actif ni passif. Les orifices, tant artériels que veineux, étant fermés, et les parois appliquées les unes aux autres, les cavités ventriculaires sont *nulles* ou *presque nulles*, sauf, bien entendu, les sinus, qui précèdent l'origine des deux troncs artériels.

Les oreillettes continuent d'être distendues par le sang qui leur arrive des veines sous une pression variable. Les appendices auriculaires se remplissent les derniers, et font alors saillie au-devant des troncs artériels. Un soubresaut qu'on y remarque indique la fin de la diastole ou le commencement d'une nouvelle révolution cardiaque.

Ainsi, la diastole se reconnaît à deux signes : le *ton diastolique* et le *silence* ou la *pause*.

L'altération du ton diastolique indique nécessairement un trouble ou une lésion, soit des orifices aortique ou pulmonaire, soit des valvules sigmoïdes.

A la suite de cette lecture, M. Spring dépose le mémoire dans lequel il examine avec plus de soins et de détails tout ce qui concerne les *Mouvements du cœur et spécialement le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires.*

Les commissaires chargés de l'examen de ce travail sont MM. Gluge, Poelman et d'Udekem.

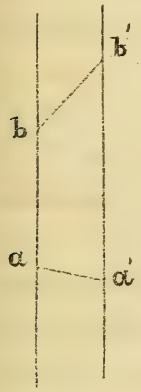
—

Note sur le développement homalographique des surfaces de révolution ; par M. Ernest Lamarle, associé de l'Académie.

On entend par *développement homalographique* un développement dans lequel les lignes tracées sur la surface à développer changent, en général, de forme et de grandeur, tout en conservant aux aires qu'elles circonscrivent leurs étendues premières.

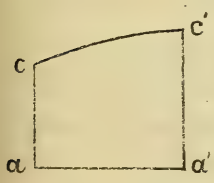
L'objet que nous nous proposons dans cette note consiste à exposer, *sans calcul et d'une façon tout élémentaire,*

comment on peut concevoir et réaliser le *développement homalographique* d'une surface quelconque de révolution. De là résulte, entre autres avantages, celui de préciser le rapport existant entre l'aire plane, prise pour unité de mesure, et toute une classe des aires que leur double courbure ne permet pas de ramener au type-plan sans une transformation préalable.



Faisons glisser, l'un par rapport à l'autre, deux segments ab, $a'b'$, pris et assujettis à rester, sur des droites *fixes et parallèles*. Le déplacement qui résulte de ce glissement peut être quelconque; néanmoins il ne produit jamais ni augmentation, ni diminution de l'aire trapézoïdale $aa'b'b$. Concluons que, dans le cas d'une série continue de segments rectilignes, *tous juxtaposés le long des génératrices d'un cylindre*, on a le théorème suivant, facile à démontrer avec une entière rigueur.

Lorsqu'on fait glisser, les uns par rapport aux autres, les segments interceptés sur les génératrices d'un cylindre entre deux lignes quelconques (chacun d'eux conservant sa longueur primitive et restant sur la génératrice qui lui correspond), *l'étendue de l'aire, déterminée par l'ensemble de ces mêmes segments, demeure invariable.*



Cela posé, soit S une surface de révolution, aa' son axe, cc' une portion de la ligne méridienne.

Prenons la ligne cc' pour section droite d'un cylindre dont les génératrices puissent glisser sur elles-mêmes, sans sortir du lieu qu'elles occupent dans l'espace.

Imaginons que la surface S tourne d'un certain angle autour de l'axe aa', et supposons que, pendant cette rotation, chacun des parallèles compris dans la zone $acc'a'$ communique à la génératrice qu'il touche la vitesse de son point de contact. Il est visible qu'au moment où la rotation s'achève, l'arc compris, *pour chaque parallèle*, entre le point où le contact subsistait à l'origine et celui où il s'arrête, se trouve développé suivant la génératrice correspondante du cylindre, et que celle-ci a glissé d'une longueur précisément égale à cet arc.

Désignons par A l'aire que détermine sur la surface S un contour quelconque tracé entre les deux parallèles ca, $c'a'$ et les positions extrêmes du méridien qui coïncidait d'abord avec la ligne cc'.

Tous les points de l'aire A se sont appliqués successivement sur la surface cylindrique, de manière à former une série continue de segments rectilignes, juxtaposés, parallèles, et n'ayant subi, les uns par rapport aux autres, aucun déplacement, si ce n'est celui qui résulte du glissement inégal des génératrices sur lesquelles ils sont situés respectivement. La conséquence évidente est que l'aire, déterminée sur le cylindre par l'ensemble de ces mêmes segments, a une étendue précisément égale à celle de l'aire A sur la surface S. Il ne reste donc plus qu'à développer le cylindre, c'est-à-dire qu'à rectifier sa section droite, pour obtenir le développement homalographique de l'aire A. Concluons que toute surface de révolution comporte, pour chacune de ses parties, de même que pour leur ensemble, un mode de développement qui satisfait à la condition de ne point altérer ni l'étendue du tout, ni celles des parties. Ajoutons qu'au point de vue graphique, ce mode rigoureux est en même temps très-simple et très-élémentaire.

Appliqué à l'hémisphère terrestre, le développement homalographique présente une grande analogie avec le système de projection homalographique de M. Babinet. Il s'identifie, d'ailleurs, avec la projection Flamsteed.

Dans le système de M. Babinet, le méridien central est représenté par le diamètre de la sphère; les autres par des ellipses ayant pour grand axe commun ce même diamètre, et pour petits axes des longueurs qui croissent en progression arithmétique. Le dernier méridien conserve sa forme et sa grandeur. Les parallèles sont figurés par des droites, toutes perpendiculaires au grand axe des ellipses et espacées inégalement, de manière à maintenir, entre les aires planes qu'elles interceptent, le rapport établi entre les zones sphériques qui leur correspondent (*). Il suit de là que l'hémisphère conserve, *en projection figurée*, la moitié de son étendue réelle, et qu'il en est de même de toutes les portions de surface déterminées sur cet hémisphère par des contours quelconques.

Dans le développement homalographique, le méridien central étant rectifié, la longueur de ce méridien reste, après rectification, ce qu'elle était d'abord : les autres méridiens sont représentés par des sinusoïdes (**), les parallèles par des droites équidistantes, toutes perpendiculaires au méridien rectifié, et déterminées, comme lui, par la rectification des arcs qu'elles représentent. On sait,

---

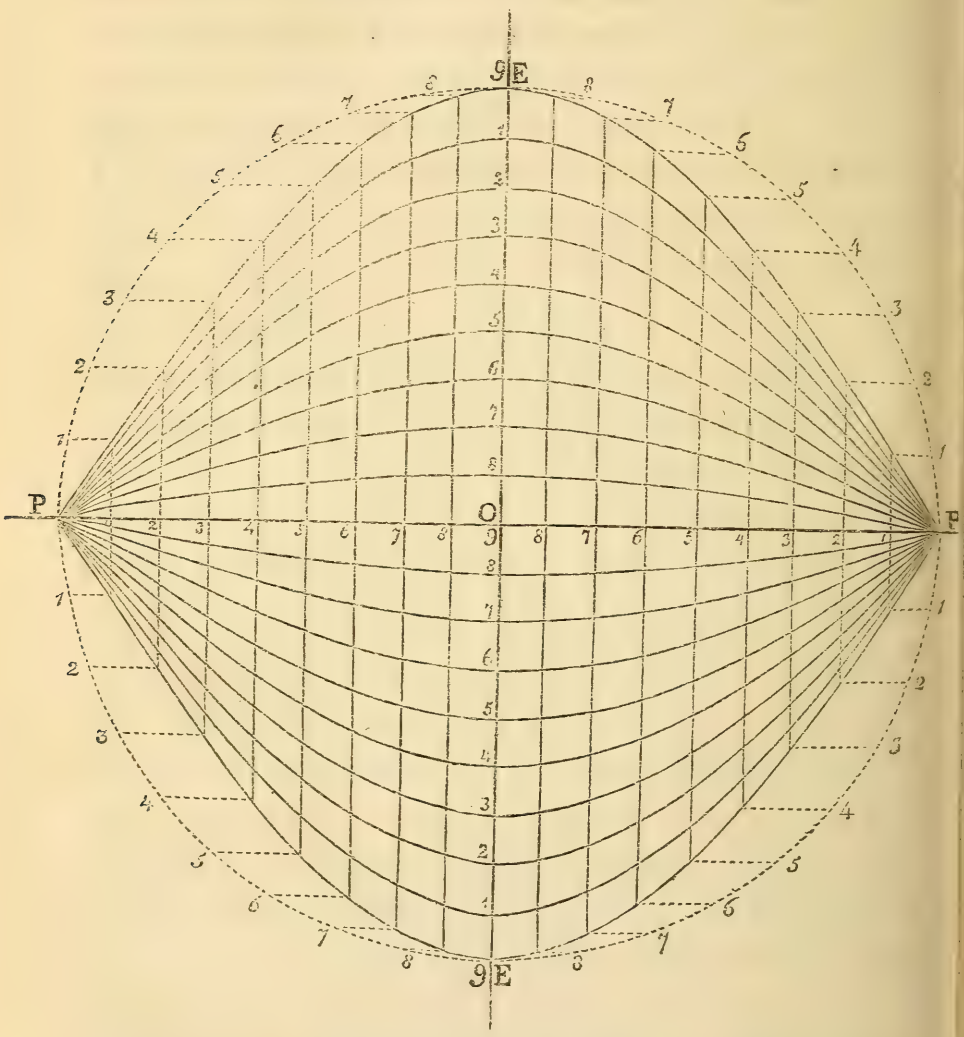
(*) *En désignant par* λ *la latitude d'un point et par* $x = \sin \varphi$ *la distance comprise entre le centre et le parallèle rectifié correspondant, l'équation fondamentale à résoudre est la suivante :*

$$2\varphi + \sin 2\varphi = \pi . \sin \lambda.$$

(**) Ces sinusoïdes sont disposées, les unes par rapport aux autres, comme le sont les ellipses méridiennes dans le système de M. Babinet.

d'après ce qui précède, que ce mode de développement conserve leurs étendues respectives aux aires, qui se correspondent de part et d'autre sur l'hémisphère terrestre et sur le planisphère homalographique.

Ajoutons quelques détails, pour préciser davantage et faire mieux ressortir la simplicité de la construction.



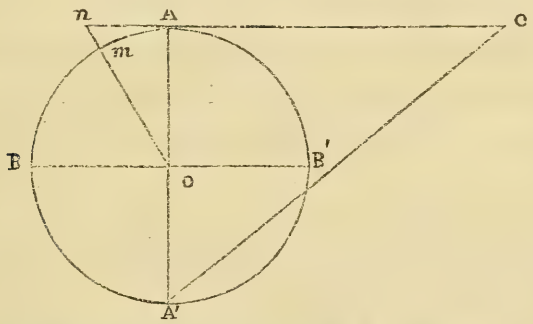
Le rayon de la sphère étant pris pour unité, soit PEP

une circonférence de cercle décrite du centre O avec un rayon égal à $\frac{\pi}{2} = 1,5708$ (*).

Représentons par POP le méridien central rectifié et par EOE le parallèle équatorial.

Divisons l'arc PE en neuf parties égales et prenons la suite naturelle des nombres 1, 2, 3,..... 9, pour marquer, à partir de P, les points successifs de division. Opérons de la même manière en ce qui concerne le rayon PO (**).

(*) Soit o le centre d'une circonférence au rayon $oA = oB = 1$; AA′, BB′ deux diamètres qui se coupent à angle droit;



m le point de division obtenu sur l'axe AB, en prenant la corde Bm égale à l'unité;

n le point d'intersection du rayon Om avec la tangente en A.

On détermine le point c, en prenant sur la tangente nA la longueur $nc = 3$. Cela posé, il suffit de tirer la droite A′c pour obtenir avec toute l'approximation graphique désirable,

$$A'C = \pi.$$

Nous devons à une obligeante communication de M. Babinet la connaissance de ce mode très-simple de construction graphique. On le trouve exposé à la page 117 de l'ouvrage suivant :

Calculs pratiques appliqués aux sciences d'observation; par MM. Babinet et Houssel. Paris, Mallez-Bachelier; 1857.

(**) La construction indiquée s'applique évidemment à un même nombre quelconque de divisions égales, effectuées les unes sur l'arc PE, les autres sur le rayon PO. Il va sans dire que lorsqu'on passe de l'arc au rayon, la grandeur absolue des divisions change nécessairement.

Par les points de division marqués sur le rayon PO, menons des droites normales à ce rayon, et limitons chacune de ces droites par la perpendiculaire abaissée sur elle du point de division qui porte le même indice sur la circonférence. Les segments de droite ainsi déterminés représentent les parallèles rectifiés : le lieu de leurs extrémités est le développement homalographique du méridien situé à angle droit sur le méridien central. S'agit-il d'un méridien quelconque M, faisant avec le méridien central un angle de m degrés? Pour obtenir le figuré du méridien M, il suffit de prendre, à partir de PO, sur chacun des segments qui correspondent aux différents parallèles, une partie de ces segments représentée pour chacun par une fraction de sa longueur égale au rapport $\frac{m}{90}$.

Revenons au cas général. Tout se réduit aux opérations suivantes :

1° Rectifier un méridien quelconque;

2° Conserver sur le méridien rectifié les points de division marqués par les parallèles;

3° A partir de ces points, rectifier les parallèles suivant des perpendiculaires au méridien rectifié;

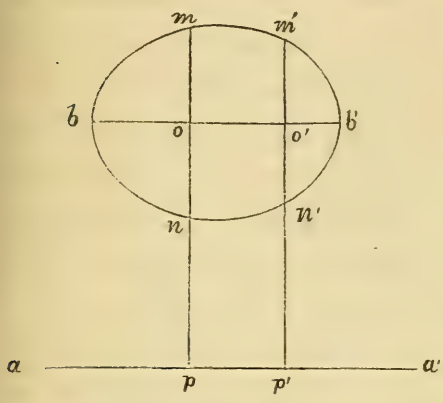
4° Reporter sur les parallèles rectifiés les points de division marqués par les méridiens.

Les détails qui précèdent montrent suffisamment en quoi consiste le procédé général du développement homalographique d'une surface de révolution. Indiquons, en quelques mots, les ressources que ce procédé peut offrir pour obtenir, sans calcul, certaines quadratures.

Soit S une ligne plane composée de deux parties $bmm'b'$, $bnn'b'$, disposées symétriquement par rapport à la droite bb'.

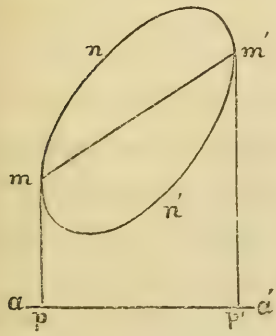
Prenons en dehors de la ligne S un axe aa' parallèle à

la droite bb', et considérons la surface engendrée par la révolution de la ligne S autour de l'axe aa'.



Le développement homalographique de la zone comprise entre deux plans quelconques mn, $m'n'$, respectivement normaux à l'axe de révolution, peut s'effectuer en appliquant l'un sur l'autre les arcs rectifiés mm', nn', et cela, de manière à obtenir deux quadrilatères mixtilignes, figurés et disposés respectivement comme le sont les quadrilatères $mm'p'p$, $nn'p'p$. De là se déduit immédiatement la conséquence suivante :

De même que la somme des aires planes nn'p'p, mm'p'p, *équivaut au double du rectangle* oo'p'p, *de même l'aire de la zone* mm'n'n *a pour mesure le double produit de l'arc* mm' *par la circonférence de cercle dont le rayon est* op.



Soit S une ellipse $mnn'm'$ et P son plan.

Prenons dans le plan P un axe quelconque aa', situé en dehors de l'ellipse S, et joignons par une droite les points m, m' où les tangentes à l'ellipse sont perpendiculaires à l'axe aa'.

Cela posé, considérons la surface A engendrée par la révolution de l'ellipse S autour de l'axe aa'.

Le développement homalographique de la surface A peut s'effectuer, comme tout à l'heure, de manière à donner deux quadrilatères mixtilignes, figurés et disposés respectivement comme le sont les quadrilatères *mnm'p'p*, *mn'm'p'p*. De la résulte la déduction suivante :

De même que la somme des aires mnm'p'p, mn'm'p'p, *équivaut au double du trapèze* mm'p'p, *de même la surface A a pour mesure le double produit de l'arc* mnm' *par la circonférence de cercle dont le rayon est* $\frac{mp + m'p'}{2}$.

—

M. Lamarle présente en même temps un mémoire ayant pour titre :

Exposé géométrique des calculs différentiel et intégral, précédé de la cinématique du point, de la droite et du plan, et fondé tout entier sur les notions élémentaires de la géométrie plane.

Les commissaires sont MM. Schaar, Brasseur et Timmermans.

—

Note sur quelques ossements humains fossiles et sur quelques silex taillés; par Constantin Malaise, docteur en sciences, professeur de sciences naturelles à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux.

L'existence de l'homme fossile semble mise hors de doute par la découverte de silex taillés de main d'homme et d'autres objets de l'industrie humaine, trouvés à une

certaine profondeur dans le diluvium, d'abord aux environs d'Abbeville, par M. Boucher de Perthes, puis par feu le docteur Rigollot, près d'Amiens, et enfin tout récemment aux environs de Paris, par M. Gosse. Ces différents objets se trouvaient avec des ossements de grands cerfs, d'éléphants, de rhinocéros et de grands chats des cavernes.

Cette découverte, qui prouvait l'existence de l'homme à une époque contemporaine de celle des grands mammifères trouvés dans le diluvium, fut longtemps contestée, et telle est l'influence d'une idée préconçue, qu'on nia, sans les examiner, les faits annoncés par M. Boucher de Perthes et le docteur Rigollot. Il ne fallut rien moins que les assertions de géologues étrangers des plus distingués, tels que M. Prestwich et sir Ch. Lyell pour qu'on se rendît à l'évidence des faits.

Après eux MM. Gaudry, Desnoyers, Buteux, Hébert et autres savants ont déterminé la position occupée par ces silex taillés.

« M. Hébert dit (1) qu'il résulte, pour lui, des obser-
» vations qu'il a faites, en 1854, à Amiens et à Abbeville,
» que les assises dans lesquelles MM. Prestwich, Gaudry,
» Desnoyers, etc., viennent de trouver des silex taillés,
» et où MM. Boucher de Perthes et Rigollot ont reconnu
» un nombre si prodigieux (plus de mille) de ces débris
» de l'industrie humaine, sont très-certainement quater-
» naires; que ces assises sont bien celles dans lesquelles on
» trouve les ossements d'*Elephas primigenius* et de *Rhino-*
» *ceros tichorhinus;* qu'elles n'ont point été remaniées pos-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France,* 2e sér., t. XVII, p. 18.

» térieurement; qu'elles sont recouvertes par un diluvium
» argileux rougeâtre, avec silex brisés et en général non
» roulés, identique de tous points avec le diluvium rouge
» des environs de Paris; que le lœss ou terre à brique
» est superposé à tout le système, et qu'il est tout à fait im-
» possible d'admettre que les silex taillés aient pu être
» introduits dans leur position actuelle postérieurement
» au dépôt de ces deux dernières assises. Pour cette der-
» nière conclusion, qui est la plus importante, l'opinion
» de MM. Lyell et Prestwich est entièrement conforme à
» la sienne. »

Ces découvertes nous ont d'autant plus frappé, que nous avons recueilli, au mois de juillet dernier, à Spiennes, des silex taillés analogues à ceux trouvés par Schmerling, dans les cavernes de la province de Liége, et à ceux figurés dans l'ouvrage de M. Boucher de Perthes, sur les *Antiquités celtiques et antédiluviennes*, et que, depuis cette époque, nous avons rencontré, à Engihoul, des ossements humains. Encouragé par cette double découverte, nous osons soumettre à l'Académie des sciences le résultat de nos investigations, précédé d'un aperçu sur la position occupée, dans notre pays, par les silex taillés.

Depuis longtemps, M. Albert Toilliez, ingénieur des mines à Mons, avait trouvé aux environs de cette ville, au mont Panisel et à Spiennes, des haches taillées et non polies; mais jusqu'à présent la position exacte de ces silex n'a pas été constatée. Nous croyons savoir que M. Toilliez fait des recherches à cet égard et nous espérons qu'il en publiera bientôt le résultat.

Nous nous bornerons à faire observer que, dans une excursion faite à Spiennes, nous avons rencontré parmi les haches, des silex taillés qui ressemblent à ceux trouvés

par Schmerling dans les cavernes d'Engis, des Fonds-de-Forêt, etc., et qui sont conservés au Musée de l'université de Liége.

Nous avons figuré, à la fin de notre travail (figures 1^a, 1^b), un de ces silex, qui présente une grande analogie avec ceux trouvés par Schmerling.

On n'a pas jusqu'à présent trouvé d'ossements humains parmi les silex taillés d'Amiens, d'Abbeville et de Paris.

Schmerling, qui a consacré une partie de sa vie à la recherche des ossements des cavernes, a été plus heureux(1). Il a découvert dans la caverne d'Engis, parmi des restes fossiles d'éléphants, de rhinocéros et de carnassiers d'espèces inconnues dans la création actuelle, des ossements humains appartenant à trois individus différents, ainsi que des silex et un os grossièrement taillés. La caverne d'Engihoul lui en a aussi fourni plusieurs provenant de différents individus, et là aussi ces restes étaient mêlés sans distinction avec des débris d'espèces fossiles et dans des conditions identiques avec celles qui se présentent dans les autres cavernes (2). Et pour en revenir aux silex taillés, restes précieux de l'industrie humaine primitive, nous

---

(1) P. C. Schmerling, *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liége*, 2 vol. in-4°, avec atlas in-folio de planches. Liége, chez Collardin, 1833-1834.

(2) Nous croyons devoir faire observer que, d'après la déclaration de M. Spring lui-même, *les ossements découverts par lui dans la caverne de Chauvaux se trouvaient dans des conditions entièrement différentes de ceux d'Engihoul, décrits par Schmerling, et que, par conséquent, il n'est pas permis de conclure des uns aux autres.* (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, t. XX, 3me part., p. 436, 1853. M. A. Spring, *Sur des ossements humains découverts dans une caverne de la province de Namur*).

croyons qu'il n'est pas superflu de rappeler que, dans toutes les cavernes de la province de Liége, où Schmerling a rencontré des ossements en abondance, il a trouvé de ces silex portant des indices évidents du travail humain. Selon l'opinion du même auteur, ils auraient servi de flèches ou de couteaux.

Placé à proximité des lieux témoins des fructueuses recherches de Schmerling, et encouragé par les conseils bienveillants de sir Ch. Lyell, nous avons voulu tenter aussi quelques recherches.

Nous avons exploré une caverne située à Engihoul et découverte après la mort de Schmerling, dans laquelle, selon M. le professeur Spring (1), on a trouvé des os d'ours des cavernes, d'hyène, de cheval, de rhinocéros et de ruminants. Ce même savant signale encore une mâchoire inférieure humaine complète, dont les caractères s'accordent entièrement avec ceux de la race actuelle. Il n'a pu obtenir des renseignements précis relativement aux circonstances dans lesquelles cette mâchoire a été trouvée.

Nous avons constaté dans la caverne d'Engihoul les restes humains suivants :

Deux portions de mâchoires inférieures et trois fragments de crâne.

Les deux mâchoires n'ont conservé que les trois dernières molaires. Sur l'une, la moins incomplète des deux, la première molaire est assez usée, à couronne presque plate, inclinée en dehors et en arrière. La dernière mo-

---

(1) M. A. Spring, *Sur des ossements humains découverts dans une caverne de la province de Namur.* (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3me part. t. XX. p. 444, note 5.)

laire est peu usée, mais elle est cariée à sa partie antérieure. (Figures 3[a] et 3[b]. Sur cette dernière figure le crâne est indiqué par la lettre *c*.)

Longueur de l'apophyse coronoïde, prise à son point d'insertion, 24 millimètres.

Depuis l'angle de la mâchoire jusqu'à la symphyse, 98 millimètres.

Hauteur de la mâchoire, mesurée au niveau de l'interstice, entre la troisième et la quatrième dent molaire, 29 millimètres.

L'épaisseur, mesurée à ce même niveau, est de 17 millimètres.

Épaisseur de l'os, depuis l'apophyse geni jusqu'au menton, 18 millimètres.

Longueur depuis l'apophyse coronoïde jusqu'au bord inférieur de la mâchoire, 53 millimètres.

Depuis le bord inférieur de l'apophyse coronoïde jusqu'au bord postérieur de la branche de la mâchoire, 38 millimètres.

Si on place la mâchoire sur un plan horizontal et qu'on tire alors une ligne sur la face antérieure de la mâchoire, dans la ligne médiane, depuis le menton jusqu'au commencement de l'arcade alvéolaire, cette ligne se dirige de bas en haut et d'avant en arrière. Elle est donc inclinée en arrière et forme avec l'horizon un angle d'à peu près 62 degrés; tandis que, chez un crâne de nègre, le seul qui se trouve à la collection anatomique de Liége, ce même angle est de 90 degrés.

Les dents de l'autre portion de mâchoire sont fort usées, à surface un peu concave et assez fortement inclinée en dehors, l'antérieure surtout. (Figures 2[a], 2[b].)

Hauteur de la mâchoire, mesurée au niveau de l'inter-

stice, entre la troisième et la quatrième dent molaire, 29 millimètres.

L'épaisseur, mesurée à ce même niveau, est de 15 millimètres (1).

M. le professeur Spring, qui a bien voulu examiner les fragments de crâne, y a reconnu les parties suivantes :

1° Une portion de l'occipital correspondant au centre de la portion écailleuse;

2° Un fragment assez grand de pariétal gauche avec une portion de l'occipital, dont la suture est très-serrée et complétement ossifiée. Ce fragment est d'une épaisseur remarquable (8 millimètres);

3° Une autre portion de pariétal.

C'est sous une couche de stalagmite, épaisse de 2 à 3 centimètres, et à une profondeur de 50 à 60 centimètres, dans un limon très-poreux, contenant des cailloux peu arrondis, parmi lesquels il y en a d'assez volumineux, et des fragments de stalagmite, que nous avons d'abord trouvé les trois débris de crâne humain. Ils étaient disséminés pêle-mêle avec ceux d'ours, de pachydermes et de ruminants. Un ouvrier, que nous avions chargé de continuer les recherches, a découvert, à proximité de l'endroit où nous avions trouvé les fragments de crâne, et identiquement dans les mêmes conditions, les deux portions de mâchoires humaines que nous avons fait représenter. La partie de la caverne où nous avons rencontré ces ossements était inexplorée, et la couche de stalagmite qui recouvrait le limon était complétement intacte.

De même que Schmerling, nous avons pu constater

---

(1) Ces mesures ont été prises autant que les morceaux le permettaient.

que, par la couleur, le degré de décomposition et le gisement, les ossements humains ne se distinguaient point des autres restes d'animaux fossiles de nos cavernes.

En rapprochant les faits suivants :

1° Que Schmerling a trouvé, à Engis, des ossements humains mêlés à des silex taillés et à des restes d'éléphants, de rhinocéros, d'ours des cavernes, d'hyènes, etc.;

2° Que, dans une caverne, à Engihoul, on en a aussi trouvé dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles ont été rencontrés les ossements d'Engis;

3° Que l'on trouve à Spiennes, avec des haches taillées analogues à celles recueillies à Amiens et à Abbeville, des silex travaillés de même forme que ceux trouvés par Schmerling dans les cavernes de la province de Liége;

4° Que les ossements du diluvium, où se trouvent les haches, appartiennent aux mêmes espèces d'animaux que ceux des cavernes.

Nous croyons pouvoir conclure que les ossements humains trouvés par Schmerling dans les cavernes et ceux dont nous venons de donner la description, appartiennent, selon toute probabilité, aux hommes qui ont taillé les silex d'Amiens et d'Abbeville et peut-être aussi de Spiennes.

Maintenant que l'attention des géologues est fixée sur ces points, on ne tardera probablement pas à examiner les faits divers qui ont rapport à l'existence de l'homme fossile et auxquels on avait accordé trop peu d'importance jusqu'à ce jour; alors seulement on pourra arriver à des résultats définitifs.

Nous ne discuterons pas ici le mode de formation des cavernes ni la manière dont les ossements qu'elles renferment y ont été amenés; nous avons dû nous rendre à l'évidence des faits observés, et nous dirons que, puisque

nous trouvons des ossements humains mêlés avec des ossements de grands chats, d'ours des cavernes, de rhinocéros, etc., nous ne voyons pas pourquoi on devrait admettre que les uns y ont été introduits par une cause et les autres par une autre.

Nous concluons donc que les ossements humains ont été enfouis dans les cavernes à la même époque que les ossements des différentes espèces éteintes que l'on y rencontre, et que, par conséquent, ces animaux étaient contemporains de l'homme.

A
B
C

Séance du 1er décembre 1860.

M. Van Beneden, directeur.
M. Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Timmermans, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, Ad. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Liagre, Duprez, Brasseur, Poelman, Jules d'Udekem, Dewalque, *membres;* Schwann, Lamarle, *associés;* Gloesener, Montigny, *correspondants.*

M. Guillaume, *correspondant de la classe des lettres*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

—

M. le secrétaire perpétuel dépose les cartes pour les tribunes réservées du Sénat et de la Chambre des représentants, qui lui ont été adressées par les questeurs.

— M. le Ministre de l'intérieur transmet à la compagnie la relation sommaire d'un voyage de M. Miani dans l'Afrique centrale.

— M. G.-B. Airy, directeur de l'observatoire royal de Greenwich et associé de l'Académie, demande quelles sont les publications de l'établissement qu'il dirige qui pourraient manquer à la bibliothèque de la compagnie, afin d'y suppléer, s'il est possible. M. le secrétaire perpétuel dit qu'il s'est empressé de répondre à cette demande obligeante.

— La Société littéraire et philosophique de Manchester, la Société géographique impériale de Russie, l'université impériale de Saint-Pétersbourg, etc., expriment leurs remercîments pour l'envoi des dernières publications de l'Académie.

— M. Piazzi Smith, directeur de l'observatoire d'Édimbourg, avait demandé des observations météorologiques d'heure en heure pour les cinq jours, du 30 octobre au 5 novembre, pendant lesquels a éclaté un violent orage en Écosse et dans le nord de l'Angleterre. M. le secrétaire perpétuel fait connaître qu'il a répondu aussitôt en trans-

mettant les observations faites à Bruxelles, celles faites à Gand par M. Duprez, ainsi que celles réunies à Namur par M. A.-J. Maas.

— M. de Selys-Longchamps dépose les observations périodiques sur les plantes et les animaux, faites le 21 avril et le 21 octobre dernier, avec M. Michel Ghaye, à Waremme, dans le voisinage de Liége.

Des observations semblables pour la dernière époque sont déposées par M. Quetelet pour Bruxelles; par M. Bernardin pour Melle, près de Gand; par M. Émilien De Wael pour la commune d'Eeckeren, province d'Anvers, et par M. Alfred de Borre, pour Jemeppe.

M. Ch. Fritsch transmet les observations sur les plantes et les animaux qu'il a faites, en 1860, dans le Jardin botanique de Vienne.

— M. Ph. Gilbert, professeur à l'université de Louvain, communique les renseignements suivants sur un phénomène d'optique atmosphérique.

« Le 6 septembre dernier, dit-il, j'allai de Thionville à Metz, en chemin de fer, entre cinq et six heures du soir, lorsque j'aperçus, dans la direction est-nord-est, un nuage très-foncé et assez nettement terminé, de petite étendue; il était traversé par une bande plus claire, à courbure régulière, qui présentait distinctement quelques-unes des couleurs de l'arc-en-ciel; toutefois, la position du centre de courbure de l'arc coloré visible, eu égard à la situation du soleil au même instant, ne permettait évidemment pas de rapporter à un arc-en-ciel ordinaire les apparences qui frappaient mes regards. Les teintes de l'arc coloré étaient d'ailleurs sombres et peu appréciables : il disparut rapide-

ment. Je n'ai pu trouver une explication plausible de ce phénomène; cependant, la région opposée du ciel était alors parsemée de nuages éclatants. J'ai pensé depuis lors que, peut-être, l'un de ces nuages aurait pu jouer ici le rôle de soleil dans l'arc-en-ciel, mais j'ignore si cette supposition pourrait être admise. »

— M. Plateau, membre de l'Académie, fait parvenir un cinquième mémoire manuscrit sur un sujet dont il s'occupe depuis plusieurs années. Ce travail, portant pour titre : *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur,* est renvoyé à l'examen de MM. Lamarle et Ad. Quetelet.

La classe reçoit également une note manuscrite de M. Alfred Wesmael, intitulée : *Notice sur un Cirsium hybride.* MM. Kickx et Martens sont nommés commissaires.

RAPPORTS.

M le secrétaire perpétuel fait connaître que la commission administrative s'est réunie dans la matinée pour s'occuper des impressions de l'Académie et de différents objets d'ordre intérieur.

Rapport de la commission chargée de l'examen des mesures à prendre pour la conservation des objets d'histoire naturelle découverts dans les travaux d'Anvers.

Rapport de M. Dewalque.

« A la suite d'une dépêche de M. le Ministre de l'intérieur, relative aux mesures à prendre pour assurer la conservation des objets d'histoire naturelle découverts dans les travaux d'agrandissement d'Anvers, vous nous avez chargé d'examiner cette question et de vous présenter les propositions que nous croirions utile de soumettre à ce haut fonctionnaire.

Vos commissaires ont tous visité les lieux à plusieurs reprises et ont pu apprécier la bonne volonté et le zèle des personnes appelées à diriger les travaux; mais ils sont obligés de reconnaître que l'on n'a presque rien recueilli jusqu'à ce jour. Ce résultat négatif, qui a justement préoccupé M. le Ministre, peut être attribué, en partie, à la pauvreté inattendue de la zone dans laquelle s'exécutent actuellement les fouilles. Mais votre commission estime qu'une autre partie doit être attribuée à d'autres causes, notamment au manque de stimulant pour les ouvriers, aux nombreuses occupations des directeurs des travaux et à l'absence de connaissances ou d'instructions spéciales sur le but à atteindre et la manière d'y arriver. En effet, s'il faut des soins tout particuliers pour recueillir convenablement des objets souvent fragiles et en assurer le transport sans risque d'accidents, il est encore beaucoup de renseignements à prendre sur les lieux et dont l'ab-

sence fait perdre aux débris découverts une grande partie de leur importance scientifique. On ne peut énumérer toutes les circonstances utiles à noter, mais il en est quelques-unes qui s'appliquent à tous les cas. Nous citerons notamment l'indication exacte de la nature du terrain où l'on rencontre des ossements, des dents, des coquillages, etc.; l'épaisseur de cette couche et la profondeur à laquelle on l'atteint; la position du fossile, son degré de fréquence ou de rareté; pour les coquilles bivalves la réunion ou la séparation des valves, etc.; enfin, pour tous, les circonstances qui peuvent faire présumer que l'animal a péri sur place ou bien que ses débris y ont été entraînés par les eaux.

Dans ces circonstances, la première chose à faire serait de renouveler la consigne de conserver tout ce qui peut intéresser les sciences naturelles; mais le zèle de Messieurs les officiers n'y suffirait point. Il faut surtout, et ceci nous paraît indispensable, que quelque personne compétente soit spécialement chargée d'examiner ces objets au fur et à mesure de leur découverte, d'en constater la valeur et de diriger toutes les mesures nécessaires pour en assurer la bonne conservation et le transport immédiat aux musées de l'État. M. Du Bus, directeur du Musée de Bruxelles, et M. Nyst, qui habite Anvers, sont naturellement désignés pour ces fonctions: leur zèle nous est garant des fruits que le pays et la science peuvent espérer de leur mission. Mis officiellement en rapport avec Messieurs les officiers du génie d'Anvers, ils pourront leur éviter des soins superflus, qui seront réservés pour ce qui est réellement utile, et quelques explications verbales sur les lieux les renseigneront au besoin sur ce que nous espérons de leur zèle.

Tel est, Messieurs, le résultat de notre examen. Si vous

adoptez notre manière de voir, nous vous proposerons comme conclusions :

1° D'adresser des remercîments à M. le Ministre de l'intérieur;

2° De lui transmettre copie de notre rapport, en le priant de vouloir bien s'entendre avec M. le Ministre de la guerre pour que MM. Du Bus et Nyst soient personnellement chargés des soins qu'exigent les objets découverts, et notamment de choisir et d'enlever immédiatement ceux qu'ils jugeront assez précieux pour être mis en sûreté au plus tôt;

3° De le prier d'accorder un crédit spécial à vos délégués pour couvrir les frais de déplacement, d'emballage, de transport, etc.;

4° De lui demander de faire obtenir de M. le Ministre de la guerre l'autorisation de circuler sur les travaux à ceux de vos commissaires qui ne l'ont pas encore, MM. De Koninck et Van Beneden. »

Ce rapport, signé par MM. Van Beneden, B. Du Bus, De Koninck, Nyst et Dewalque, est adopté par la classe et sera communiqué à M. le Ministre de l'intérieur.

Mémoire de M. Spring, sur les mouvements du cœur, etc.

Rapport de M. Gluge.

« J'ai lu avec un vif intérêt le remarquable travail présenté par notre savant confrère M. Spring et intitulé:

Mémoire sur les mouvements du cœur et spécialement sur le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires.

J'ai l'honneur d'en proposer l'impression dans le recueil de nos *Mémoires.* »

—

Rapport de M. Poelman.

« En commençant son *Mémoire sur les mouvements du cœur et spécialement sur le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires,* notre savant collègue M. Spring constate que, malgré les travaux nombreux publiés sur les mouvements du cœur, ce point de physiologie est encore enveloppé d'une grande obscurité.

Dans le mémoire présenté à la classe, M. Spring s'est imposé la tâche d'élucider les principales questions encore en litige.

Il examine successivement l'ordre dans lequel se succèdent les mouvements du cœur — le mécanisme de la dilatation de cet organe, — le choc du cœur, — le mécanisme des valvules auriculo-ventriculaires et la cause du premier ton cardiaque.

Toutes ces questions l'auteur les traite longuement, et les observations et arguments qu'il apporte à l'appui de sa manière de voir sont de nature à jeter une grande lumière sur les points encore controversés.

Je suis d'accord avec mon estimable collègue M. Gluge pour proposer l'impression du remarquable travail de M. Spring dans les *Mémoires de l'Académie.* »

Conformément au jugement porté dans les deux rapports

précédents, et partagé par M. Schwann, troisième commissaire, la classe a voté des remercîments à M. Spring et a ordonné l'impression de son travail dans le recueil des mémoires.

—

Note sur les tremblements de terre en 1858;
par M. A. Perrey.

Rapport de M. Duprez.

« Depuis 1843, l'Académie publie dans ses *Bulletins* les catalogues de M. Perrey sur les tremblements de terre. Le même savant présente aujourd'hui à la compagnie un nouveau travail, dont la première partie est un supplément à ses catalogues antérieurs, et la seconde, une énumération des tremblements de terre ressentis en 1858. Ce travail m'a paru ne renfermer, en général, que les détails nécessaires à l'interprétation des phénomènes qu'il mentionne; je crois donc pouvoir proposer à la classe de l'insérer, comme les autres, dans le recueil de ses *Bulletins*. »

Après avoir entendu ce rapport, auquel souscrit le second commissaire, M. Ad. Quetelet, la classe ordonne l'impression du travail de M. A. Perrey, et des remercîments seront adressés à l'auteur.

—

— Dans la séance du 31 mars 1860, M. Florimond avait présenté un mémoire sur l'orage qui eut lieu dans la soirée du 19 février 1860. MM. Duprez et Ad. Quetelet

avaient été nommés commissaires pour l'examiner ; et, dans la séance suivante du 11 mai, ils avaient proposé de remercier l'auteur, en déposant sa notice aux archives.

Dans la séance de novembre, M. Florimond a présenté un second travail sur le même sujet, et les mêmes commissaires ont été nommés par l'Académie. MM. Duprez et Ad. Quetelet font connaître que le nouveau travail présenté reproduit l'ancien avec diverses additions; et ils prient l'Académie de vouloir nommer d'autres commissaires. MM. Montigny et Gloesener sont désignés à cet effet.

—

Sur la construction des paratonnerres; par M. Edm. Sacré.

Rapport du major Liagre.

« Dans la note qu'il a soumise au jugement de l'Académie, M. Edmond Sacré propose d'apporter à la construction des paratonnerres quelques modifications destinées à assurer leur bonne exécution et à diminuer leur prix. Ce travail renferme des idées dont les unes me paraissent d'une bonne application et dont les autres méritent d'être discutées ou expérimentées ; en outre, il est de nature à appeler l'attention des constructeurs sur les soins et la prudence qu'exige l'érection de ces appareils si utiles, mais parfois si dangereux : à ce double titre, je crois qu'il y a lieu d'insérer au *Bulletin* la note de M. Edmond Sacré.

Toutefois, je demanderai à la classe la permission de lui présenter quelques observations au sujet de certains détails d'exécution qui ont laissé du doute dans mon esprit.

Pointe du paratonnerre. — Il y a certainement économie

à remplacer la pointe massive en platine par une pointe en cuivre revêtue d'un cornet de platine; mais est-il prudent de laisser le métal de ce cornet aussi mince près du sommet qu'à la base de la pointe? La pointe seule étant exposée à être fondue, on devrait consacrer quelques grammes de platine à la renforcer, et surtout apporter les plus grands soins à la soudure, pour qu'il n'existe pas la moindre solution de continuité entre la pointe de cuivre et son revêtement en platine. L'espèce de soudure à employer doit aussi fixer l'attention des constructeurs : il faut qu'elle ne soit pas exposée à se fondre sous l'action de la haute température que la pointe est appelée à supporter.

Ajustages. — Le procédé indiqué par M. Edmond Sacré pour réunir entre eux les tronçons de la tige du paratonnerre diminue nécessairement la force de cette tige aux points de jonction ; il serait prudent d'appliquer ici les manchons taraudés dont l'auteur se sert pour ajuster les conducteurs, et de donner à ces manchons des dimensions telles que la tige offre aux points de jonction autant de solidité qu'ailleurs.

Le mode d'ajustement des conducteurs, formé de deux pas de vis en sens opposés, taraudant dans un manchon, me paraît excellent et digne d'être recommandé. Toutefois l'expérience a prouvé que, dans certains cas analogues, le plomb interposé entre les deux conducteurs en fer est fondu par le passage du fluide électrique, ce qui peut provoquer des accidents. Il est donc prudent de proscrire l'emploi du plomb et d'établir le contact directement de fer à fer.

Conducteurs. — Je ne vois pas grand avantage à substituer un tube de fonte à l'aqueduc en maçonnerie employé

jusqu'aujourd'hui. La fonte, il est vrai, conduit mieux l'électricité que la brique humide; mais le diamètre du tube sera probablement moindre que celui de l'aqueduc; par suite, la couche de terre avec laquelle il est en contact sera moins étendue, et soutirera une moindre fraction de la quantité totale d'électricité apportée par le paratonnerre. Il serait d'ailleurs assez difficile de tasser régulièrement de la poussière de charbon autour du conducteur dans un semblable tube. J'approuverais entièrement la modification proposée, si le tube, environné de coke très-conducteur, était destiné à contenir du charbon mélangé à de la chaux vive qui, ne pouvant se carbonater dans un espace hermétiquement clos, donnerait une garantie de plus contre l'oxydation de cette partie du conducteur, laquelle, par sa position, est soustraite à toute surveillance.

Il serait utile également, me semble-t-il, de zinguer le conducteur dans tout son trajet souterrain, et surtout dans la partie qui pénètre dans le puits. Cette dernière partie, en effet, se trouve rapidement entamée par la rouille, particulièrement vers la surface de l'eau, où les variations incessantes du niveau exposent le métal à des alternatives continuelles de sécheresse et d'humidité.

La large plaque de fonte immergée dans l'eau du puits donne à peu de frais une surface suffisante; ce dispositif est bon, à condition qu'il soit placé au fond même du puits, et qu'indépendamment de la plaque, on fasse pénétrer, pour les cas de sécheresse, un conducteur ordinaire dans la terre qui forme le fond du puits.

Je ne suis pas persuadé que le cylindre de cuivre rouge, de deux mètres de surface, offre plus de garantie que les longs conducteurs que l'on emploie d'ordinaire : il peut

arriver plus facilement que la terre soit sèche sur un espace d'un mètre que sur une longueur de vingt ou trente. Dans l'exemple des télégraphes électriques qu'il cite pour prouver la nécessité d'une large surface de contact, M. Sacré paraît croire que la faible tension de la pile est plus favorable à l'écoulement du fluide que ne l'est la tension considérable de l'électricité statique : c'est le contraire qui doit se présenter.

Cordes métalliques. — Le conducteur formé de fils de zinc enroulés sur une corde de fer, doit offrir de grands avantages sous le rapport de la commodité et de l'économie. Mais le zinc devient cassant à l'air : est-il dès lors prudent de l'employer sous une forme qui l'expose à des flexions fréquentes? Les fils de fer résisteront, je le crois; mais, séparés du zinc, ils cesseront d'offrir un écoulement suffisant au flux d'électricité. Je préfère donc le premier système en barres de fer rond, décrit par M. Sacré, à ce second système dont l'efficacité ne m'est pas démontrée. »

La classe adopte les conclusions de ce rapport, auquel souscrit le second commissaire, M. F. Duprez, et décide que la notice de M. Sacré sera insérée au *Bulletin*.

—

— MM. Timmermans et Lamarle font un rapport verbal sur une notice de M. Meier, docteur en sciences, *sur une nouvelle fonction génératrice des fonctions symétriques*. Conformément à l'avis favorable des deux commissaires, la classe ordonne l'impression de ce travail; des remercîments seront adressés à l'auteur.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Sur une nouvelle fonction génératrice des fonctions symétriques; par M. F. Meier, docteur en sciences.

I.

Les fonctions symétriques des racines d'une équation peuvent être calculées par plusieurs méthodes; mais quand il s'agit de rechercher les propriétés dont jouissent ces fonctions, quelques-unes de ces méthodes méritent la préférence.

La méthode la plus générale et la plus féconde dans ces sortes de recherches, sera celle qui résout le problème :

Établir une fonction dont le développement renferme toutes les fonctions symétriques et entières des racines d'une équation, et au moyen de laquelle on puisse assigner la valeur d'une fonction symétrique quelconque.

C'est M. Borchardt qui, le premier, a résolu ce problème.

Si l'on désigne par

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots\ldots \alpha_n$$

les racines de l'équation

$$fx = x^n + A_1 x^{n-1} + A_n x^{n-2} + \ldots\ldots + A_n = 0$$

et par

$$\Pi (t_1, t_2, \ldots\ldots t_n)$$

le produit des binômes qu'on obtient en retranchant chacune des quantités

$$t_1, t_2, \ldots\ldots t_n$$

de toutes celles qui la suivent, la fonction symétrique

$$\Sigma\, \alpha_1^{p_1}\, \alpha_2^{p_2} \ldots\ldots \alpha_n^{p_n}$$

sera le coefficient du terme en

$$t_1^{-(p_1+1)}\, t_2^{-(p_2+1)} \ldots\ldots t_n^{-(p_n+1)}$$

dans le développement de la fonction

$$\theta = (-1)^n \frac{ft_1 ft_2 \ldots\ldots ft_n}{\Pi(t_1, t_2, \ldots\ldots t_n)} \frac{d}{dt_1} \frac{d}{dt_2} \ldots\ldots \frac{d}{dt_n} \frac{\Pi(t_1, t_2 \ldots\ldots t_n)}{ft_1 ft_2 \ldots\ldots ft_n}.$$

Telle est la méthode que le savant géomètre a exposée dans le *Journal de Crelle* (tome LIII, page 193).

Pour le but que nous nous proposons, en écrivant ce mémoire, nous avons cru bien faire de citer cette formule; nous voulons la mettre en regard d'une nouvelle fonction génératrice qui résout le même problème. Cette fonction se présente sous la forme d'un déterminant dont le développement renferme les fonctions symétriques et entières des racines d'une équation, et dont toute fonction symétrique, entière et homogène est une dérivée partielle.

Entre autres conséquences, elle fournit l'expression de la *somme* des fonctions symétriques des racines, ainsi que plusieurs théorèmes nouveaux relatifs à cette somme; elle donne également l'équation aux *puissances de ces racines* et la démonstration d'un théorème dû à Lagrange.

De même que l'auteur de la première méthode, nous n'envisageons que le côté théorique de la question, il nous suffira de constater qu'elle est très-avantageuse dans la recherche des propriétés des fonctions symétriques.

II.

Soient

$$x_1,\ x_2,\ \ldots\ldots\ x_n$$

les racines de l'équation

$$fx = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots\ldots + a_nx^n = 0 \quad \ldots (1)$$

Substituons tour à tour ces racines dans le polynôme suivant, dont les coefficients sont d'ailleurs quelconques,

$$\varphi x = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \ldots\ldots + b_nx^n \quad \ldots (2)$$

et posons

$$\left.\begin{array}{l} R = \varphi x_1 \quad \varphi x_2 \quad \varphi x_3 \ldots\ldots\ldots\ldots \varphi x_n \\ \quad = (b_0 + b_1x_1 + b_2x_1^2 + \ldots\ldots\ldots + b_nx_1^n) \\ \quad\ (b_0 + b_1x_2 + b_2x_2^2 + \ldots\ldots\ldots + b_nx_2^n) \\ \quad\ (b_0 + b_1x_3 + b_2x_3^2 + \ldots\ldots\ldots + b_nx_3^n) \\ \quad\ \vdots \qquad \vdots \qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \\ \quad\ (b_0 + b_1x_n + b_2x_n^2 + \ldots\ldots\ldots + b_nx_n^n) \end{array}\right\} \ldots (3)$$

Il est visible que le développement de R renferme toutes les fonctions symétriques et entières des racines de l'équation (1) dans lesquelles aucun exposant n'excède n.

C'est ainsi, par exemple, que

$$\Sigma\, x_1^{p_1}\, x_2^{p_2} \ldots\ldots\ldots\ldots x_n^{p_n}$$

a pour coefficient

$$b_{p_1},\ b_{p_2} \ldots\ldots\ldots\ldots b_{p_n};$$

de sorte que

$$\Sigma\, x_1^{p_1}\, x_2^{p_2} \ldots\ldots x_n^{p_n} = \frac{d^n \mathrm{R}}{db_{p_1}\, db_{p_2} \ldots\ldots db_{p_n}} \ldots (4)$$

Nous discuterons plus loin les cas particuliers de cette formule.

Nous avons supposé qu'aucun des exposants

$$p_1,\ p_2 \ldots\ldots\ldots\ldots p_n$$

ne surpasse n; s'il arrivait que l'un d'eux, p_i fût plus grand que n, on pourrait toujours le rabaisser; car après avoir multiplié l'équation (1) par x, x^2, x^3, etc., la substitution de x_i à la place de x donnera successivement les quantités

$$x_i^{n+1},\quad x_i^{n+2},\quad x_i^{n+3},$$

en fonction des $x_i\ x_i^2, \ldots\ldots x_i^n$.

Les facteurs qui entrent dans R nous sont inconnus; mais il nous suffirait de connaître leur produit R; donc la question est ramenée au problème :

Déterminer R *en fonction des coefficients des polynômes* (1), (2), *sans avoir recours à la méthode des fonctions symétriques.*

Pour cela, remarquons que

$$\mathrm{R} = 0$$

est la condition nécessaire et suffisante de l'existence d'une racine commune aux équations

$$fx = 0,\quad \varphi x = 0.$$

Donc R est le premier membre de l'équation R = 0, qui

résulte de l'élimination de x entre ces deux équations, ou ne diffère de ce résultat que par un certain facteur.

Cette élimination peut s'opérer par la méthode de Bézout, telle qu'elle a été modifiée par Jacobi (*Journal de Crelle*, tome XV, page 101); mais nous donnerons à ce résultat une forme assez simple pour pouvoir l'écrire immédiatement à vue de l'équation (1).

III.

Les premiers membres des équations

$$fx = a_1 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots\ldots + a_n x^n = 0 \quad . \quad . (5)$$

$$\varphi x = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots\ldots + b_n x^n = 0 \quad . \quad . (6)$$

peuvent s'écrire

$$fx = a_0 + a_1 x + \ldots + a_r x^r + (a_{r+1} + a_{r+2} x + \ldots + a_n x^{n-r-1}) x^{r+1}$$

$$\varphi x = b_0 + b_1 x + \ldots + b_r x^r + (b_{r+1} + b_{r+2} x + \ldots + b_n x^{n-r-1}) x^{r+1}.$$

De là on tire

$$(b_{r+1} + b_{r+2} x + \ldots + b_n x^{n-r-1}) fx - (a_{r-1} + a_{r-2} x + \ldots + a_n x^{n-r-1}) \varphi x = u_r . (7)$$

en posant

$$u_r = (a_0 + a_1 x + \ldots + a_r x^r)(b_{r+1} + b_{r+2} x + \ldots + b_n x^{n-r-1})$$
$$- (b_0 + b_1 x + \ldots + b_r x^r)(a_{r+1} + a_{r+2} x + \ldots + a_n x^{n-r-1}) \quad . \quad . (8)$$

Faisons dans cette équation

$$r = 0, 1, 2, \ldots\ldots n - 1$$

et désignons par

$A_{r,s}$

le coefficient de x_s dans u_r, on a le système d'équations

$$\left.\begin{array}{lllll}
A_{0,0} & + A_{0,1}x & + A_{0,2}x^2 & + \ldots\ldots & + A_{0,n-1}x^{n-1} = u_0 \\
A_{1,0} & + A_{1,1}x & + A_{1,2}x^2 & + \ldots\ldots & + A_{1,n-1}x^{n-1} = u_1 \\
A_{2,0} & + A_{2,1}x & + A_{2,2}x^2 & + \ldots\ldots & + A_{2,n-1}x^{n-1} = u_2 \\
\cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\
A_{r,0} & + A_{r,1}x & + A_{r,2}x^2 & + \ldots\ldots & + A_{r,n-1}x^{n-1} = u_r \\
\cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\
A_{n-1,0} & + A_{n-1,1}x & + A_{n-1,2}x^2 & + \ldots\ldots & + A_{n-1,n-1}x^{n-1} = u_{n-1}
\end{array}\right\} (9)$$

Mais en posant, d'après la notation usitée pour représenter un déterminant,

$$P = \left|\begin{array}{lll}
A_{0,0} & A_{0,1} \ldots\ldots\ldots & A_{0,n-1} \\
A_{1,0} & A_{1,1} \ldots\ldots\ldots & A_{1,n-1} \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
A_{r,0} & A_{r,1} \ldots\ldots\ldots & A_{r,n-1} \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
\cdot & \cdot & \cdot \\
A_{n-1,0} & A_{n-1,1} \ldots\ldots\ldots & A_{n-1,n-1}
\end{array}\right| \quad (10)$$

on a

$$Px^s = u_0 \frac{dP}{dA_{0,s}} + u_1 \frac{dP}{dA_{1,s}} + u_2 \frac{dA}{dA_{2,s}} + \ldots\ldots + u_{n-1} \frac{dP}{dA_{n-1,s}} \quad (11)$$

Or l'équation (7) montre que si $x = x_i$ satisfait aux équations (5), (6), on a en même temps

$$u_r = 0,$$

et par suite, en vertu de (11)

$$P = 0.$$

Donc P = o exprime la condition de l'existence d'une racine commune aux deux équations (5), (6) et est, par suite, le résultat de l'élimination de x entre ces deux équations,

Cherchons actuellement la loi d'après laquelle on formera les diverses colonnes du déterminant (10).

En vertu du l'équation (8), on a

$$\begin{aligned} A_{r,s} = {} & (a_0 b_{r+s+1} - b_0 a_{r+s+1}) + (a_1 b_{r+s} - b_1 a_{r+s}) + (a_2 b_{r+s-1} - b_2 a_{r+s-1}) \\ & + \ldots\ldots\ldots\ldots + (a_r b_{s+1} - b_r a_{s+1}) \end{aligned} \quad (12$$

D'après cela, on peut écrire :

$$P = \begin{vmatrix} a_0b_1-b_0a_1 & a_0b_2-b_0a_2 & a_0b_3-b_0a_3 & \ldots a_0b_n-b_0a \\ a_0b_2-b_0a_2 & a_0b_3-b_0a_3+a_1b_2-b_1a_2 & a_0b_4-b_0a_4+a_1b_3-b_1a_3 & \ldots a_1b_n-b_1a \\ a_0b_3-b_0a_3 & a_0b_4-b_0a_4+a_1b_3-b_1a_3 & a_0b_5-b_0a_5+a_1b_4-b_1a_4+a_2b_3-b_2a_3 & \ldots a_2b_n-b_2a \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots \\ \cdot & \cdot & a_0b_n-b_0a_n+a_1b_{n-1}-b_1a_{n-1}+a_2b_{n-2}-b_2a_{n-2} & \ldots \\ \cdot & a_0b_n-b_0a_n+a_1b_{n-1}-b_1a_{n-1} & +a_1b_n-b_1a_n \quad +a_2b_{n-1}-b_1a_{n-1} & \ldots \\ a_0b_n-b_0a_n & +a_1b_n-b_1a_n & +a_2b_n-b_2a_n & \ldots a_{n-1}b_n-b_n \end{vmatrix}$$

Il est bien facile de former et de retenir ce déterminant, en remarquant que les diverses colonnes sont écrites d'après la loi suivante :

La première colonne à gauche ne renferme qu'une seule ligne verticale de binômes de la forme $a_0\, b_k - b_0\, a_k$, ayant pour premiers indices o, et pour seconds indices la suite des nombres naturels depuis 1 jusqu'à n.

La seconde colonne se compose de deux lignes verticales de binômes; la première de ces lignes a pour premiers indices o, et pour seconds indices la suite des nombres naturels depuis 2 jusqu'à n; la seconde de ces

lignes, commence à côté du second terme de la précédente, et s'obtient en forçant d'une unité les premiers indices de la précédente, à partir du premier terme, sans toucher aux seconds indices.

La troisième colonne renferme trois lignes verticales de binômes, dont la première a pour premiers indices o et pour seconds indices la suite des nombres naturels de 2 jusqu'à n; la seconde de ces lignes commence à côté du second terme de la précédente et s'obtient en forçant d'une unité les premiers indices de celle-ci, sans toucher aux seconds; la troisième de ces lignes se forme au moyen de la seconde, de la même manière que celle-ci a été formée au moyen de la première.

En général la r^{me} *colonne renferme* r *lignes verticales de binômes, dont la première a pour premiers indices* o *et pour seconds indices la suite des nombres naturels depuis* r *jusqu'à* n; *et chacune des lignes suivantes s'obtient en forçant d'une unité les indices de la précédente, à partir du premier terme, sans toucher aux seconds, et en ayant soin d'écrire le premier terme de la ligne à former à côté du second élément de la précédente.*

On pourrait dire aussi que l'une quelconque de ces lignes s'obtient en faisant glisser la précédente d'un rang en bas et en forçant les premiers indices d'une unité.

Cette manière d'écrire le déterminant (13), donne lieu aux remarques suivantes :

1° Chaque élément $A_{r,s}$ est une fonction linéaire des a et des b.

2° Aucune des quantités a, b ne peut figurer dans le même élément $A_{r,s}$ deux fois avec le même indice.

3° Les dérivées des éléments d'une colonne par rapport

à une lettre b, sont nulles ou bien indépendantes des b.

4° La dérivée $r^{ième}$ du déterminant est égale à la somme des déterminants qu'on obtient en dérivant de toutes les manières possibles les n colonnes r à r, sans toucher chaque fois aux $n - r$ colonnes restantes.

5° Toute dérivée $n^{ème}$ par rapport aux lettres b, est indépendante des b.

6° Si les k premiers coefficients

$$a_0, \quad a_1, \quad a_2, \quad \ldots\ldots \quad a_{k-1}$$

sont nuls à la fois, le déterminant est divisible par b_0^k.

Cette dernière propriété, conséquence immédiate de la manière dont nous avons écrit le déterminant, a déjà été démontrée par M. Rosenhain. (*Journal de Crelle*, tome XXVIII, page 268.)

Pour obtenir maintenant la relation entre R et P, observons que dans le produit (3) le coefficient de b_0^n est l'unité positive, tandis que le terme en b_0^n du déterminant (13) s'obtient au moyen des termes de la diagonale qui joint le dernier terme de la première colonne au premier terme de la dernière, et est par suite

$$(-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} \; a_n^n \; b_0^n.$$

L'exposant de (-1) provient de ce que le produit déterminé par la diagonale dont nous parlons a pour signe $(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}$. En effet, pour la changer dans la diagonale de l'autre sens, il faut renverser le déterminant, ce qui introduit $\frac{n(n-1)}{2}$ changements de signe, et remarquer ensuite que les termes en b_0 ont tous le signe —, ce qui donne en tout $\frac{n(n-1)}{2} + n = \frac{n(n+1)}{2}$ changements de signe.

Concluons de là que

$$P = (-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} a_n^n R,$$

ou bien

$$R = mP \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

si l'on pose

$$m = \frac{1}{(-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} a_n^n} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

IV.

Expression des fonctions symétriques.

En vertu des équations (4), (13), (14), on a

$$\Sigma x_1^{p_1} x_2^{p_2} \ldots . x_n^{p_n} = m \frac{d^n P}{db_{p_1} db_{p_2} \ldots . db_{p_n}} \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Si $n-s$ des exposants deviennent égaux, alors sous le signe sommatoire figureront $1.2.\ldots.(n-s)$ termes identiques, et si nous voulons au signe sommatoire garder sa signification (de somme de combinaisons), nous devons écrire

$$\left.\begin{array}{l} \Sigma x_1^{p_1} x_2^{p_2} \ldots x_s^{p_s} x_{s-1}^{p} \ldots x_n^{p} = \dfrac{m}{1.2. \ldots (n-s)} \\ \qquad\qquad \dfrac{d^n P}{db_{p_1} db_{p_2} \ldots db_{p_s} db_p^{n-s}} \end{array}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

Si sous le signe sommatoire il ne figure que s racines, on fera dans (II)

$$p = 0,$$

d'où

$$\Sigma x_1^{p_1} x_2^{p_2} \dots x_s^{p_s} = \frac{m}{1.2 \dots (n-s)} \frac{d^n P}{db_{p_1} db_{p_2} \dots db_{p_s} db_0^{n-s}} \quad . \text{(III)}$$

Si en même temps $p_1 = p_2 \dots\dots = p_s = p$, il vient :

$$\Sigma x_1^{p} x_2^{p} \dots x_s^{p} = \frac{m}{1.2 \dots (n-s)} \frac{d^n P}{db^s_p \, db_0^{n-s}} \quad . \quad . \quad \text{(IV)}$$

Si les exposants forment deux groupes de nombres égaux, il vient :

$$\Sigma x_1^{p_1} \dots x_s^{p_1} x_{s+1}^{p_2} \dots x_n^{p_2} = \left. \frac{m}{1.2 \dots s. \, 1.2 \dots (n-s)} \cdot \frac{d^n P}{db_{p_1}{}^s \, db_{p_2}{}^{n-s}} \right\} \quad . \; . \; . \; \text{(V)}$$

Si les exposants forment trois groupes de nombres égaux, il vient :

$$\Sigma x_1^{p_1} \dots x_s^{p_1} x_{s+1}^{p_2} \dots x_{s+s'+1}^{p_3} \dots x_n^{p_3} =$$

$$= \frac{m}{1.2 \dots s. \, 1.2. \dots s'. \, 1.2 \dots s''} \frac{d^n P}{db^s{}_{p_1} db_{p_2}{}^{s'} db_{p_3}{}^{s''}},$$

pourvu que $s + s' + s'' = n$.

Remarque. — Si nous convenons de désigner par

$$\overset{p_i}{\mathrm{H}}_{r,s}$$

la dérivée de $A^{r,s}$ par rapport à b_{p_i}, on pourra, d'après la remarque (3) du n° III, écrire symboliquement

$$\Sigma x_1^{p_1} x_2^{p_2} \ldots x_n^{p_n} = m\Sigma \begin{vmatrix} \overset{p_1}{\mathrm{H}}_{0,0} & \overset{p_2}{\mathrm{H}}_{0,1} & \ldots\ldots \overset{p_i}{\mathrm{H}}_{0,i-1} & \ldots\ldots \overset{p_n}{\mathrm{H}}_{0,n-1} \\ \overset{p_1}{\mathrm{H}}_{1,0} & \overset{p_2}{\mathrm{H}}_{1,1} & \ldots\ldots \overset{p_i}{\mathrm{H}}_{1,i-1} & \ldots\ldots \overset{p_n}{\mathrm{H}}_{1,n-1} \\ \overset{p_1}{\mathrm{H}}_{2,0} & \overset{p_2}{\mathrm{H}}_{2,1} & \ldots\ldots \overset{p_i}{\mathrm{H}}_{2,i-1} & \ldots\ldots \overset{p_n}{\mathrm{H}}_{2,n-1} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ \overset{p_1}{\mathrm{H}}_{n-1,0} & \overset{p_2}{\mathrm{H}}_{n-1,1} & \ldots\ldots \overset{p_i}{\mathrm{H}}_{n-1,i-1} & \ldots\ldots \overset{p_n}{\mathrm{H}}_{n-1,n-1} \end{vmatrix}$$

le signe Σ du second membre se rapportant à la somme de tous les déterminants qu'on obtient en permutant les lettres

$$p_1 \; p_2 \; \ldots\ldots \; p_n$$

de toutes les manières possibles; on remarquera que chaque fois p est le même pour tous les éléments d'une même colonne.

V.

Théorèmes qu'on déduit de cette méthode.

Théorème I. — *Si les coefficients d'une équation sont des nombres entiers et celui de la plus haute puissance de l'inconnue égal à l'unité, toute fonction symétrique rationnelle et entière des racines est non-seulement une fonction entière, mais elle est elle-même un nombre entier.*

En effet, si les exposants de la fonction symétrique sont inégaux et en nombre n, la formule (I) fait voir que si $a_n = 1$, m est entier et par suite le second membre est un nombre entier. Si, au contraire, $n-s$ des exposants deviennent égaux, la dérivée $n^{\text{ième}}$ de P renferme nécessaire-

ment $1.2....(n-s)$ termes égaux, d'après la loi indiqué dans le numero précédent et est par suite divisible par $1.2....(n-s)$; donc les seconds membres des formules II, III sont des nombres entiers.

De même pour les autres formules.

Ce théorème, bien connu, n'a pu être démontré que par des méthodes postérieures à celle de Newton.

Théorème II. — *Les $p^{èmes}$ puissances des racines de l'équation proposée* (1) *sont celles de la suivante*

$$\frac{d^n P}{db_0^n} x^n - \frac{n}{1} \frac{d^n P}{db_0^{n-1} db_p} x^{n-1} + \frac{n(n-1)}{1.2} \frac{d^n P}{db_0^{n-2} db_p^2} x^{n-2} - \text{etc...}$$

$$+ (-1)^s \frac{n(n-1)...(n-s+1)}{1.2.....s} \frac{d^n P}{db_0^{n-s} db^p} x^{n-s} + ...(-1)^n \frac{d^n P}{db_p^n} = 0 \quad (16)$$

En effet, si l'on remarque que le $r^{ième}$ coefficient d'une équation est égale à la somme des combinaisons des racines $r-1$ à $r-1$, avec le signe de $(-1)^{r-1}$, cette équation résulte immédiatement de la formule IV du n° V et de la suivante

$$\frac{d^n P}{db_0^n} = \frac{1.2.....n}{m}.$$

Cette dernière s'obtient en faisant dans la formule (I) du n° V, $p_1 = p_2 ..... = p_n = p$, ce qui produit $1.2....n$ termes identiques, et en posant ensuite $p = o$, ce qui donne

$$\Sigma\, \alpha_1^0\, \alpha_2^0 .....\, d_n^0 = 1.$$

Remarque. — L'équation

$$\frac{d^n P}{db_0^n} x^n - \frac{n}{1} \frac{d^n P}{db_0^{n-1} db_1} x^{n-1} + \frac{n(n-1)}{1.2} \frac{d^n P}{db^{n-1} db_1^2} x^{n-2} + \dots$$

$$+ (-1)^n \frac{d^n P}{db_0^n} = 0$$

est la même que la proposée, à un facteur numérique près.

Nous appellerons *somme des fonctions symétriques des racines de l'équation* (1), la somme de toutes les fonctions symétriques et homogènes dans lesquelles les racines ont tous les exposants depuis o jusque n; si nous désignons par S cette somme, on a

$$S = 1 + \Sigma x_1 + \Sigma x_1 x_2 + \Sigma x_1^2 + \Sigma x_1 x_2 x_3 + \Sigma x_1^2 x_2 + \ldots\ldots; \\ + \Sigma x_1^n x_2^n x_3^n \ldots x_n^n.$$

cela posé, je dis que :

Théorème III. — *La somme des fonctions symétriques des racines d'une équation est égale au déterminant*

$$S = \frac{1}{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}} a_n^n} \begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_1 & a_2 & \ldots\ldots & a_{n-1} \\ 1 & a_1 & a_2 & a_3 & \ldots\ldots & a_n \\ 1 & a_2 & a_3 & a_4 & \ldots\ldots & a_0 \\ . & . & . & . & \ldots\ldots & a_1 \\ . & . & . & . & \ldots\ldots & . \\ . & . & . & . & \ldots\ldots & . \\ . & . & . & a_{n-1} & \ldots\ldots & . \\ . & . & a_n & a_2 & \ldots\ldots & . \\ 1 & a_n & a_0 & a_1 & \ldots\ldots & a_{n-2} \end{vmatrix} \quad (17)$$

La première colonne de ce déterminant a tous ses éléments égaux à 1; et la $r^{ième}$ se compose des coefficients de l'équation, à partir de a_{r-2}, dans l'ordre circulaire

$$a_{r-2},\ a_{r-1},\ a_r,\ \ldots\ a_n,\ a_0,\ a_1,\ \ldots\ a_{r-3}.$$

En effet, pour obtenir cette somme, il faudra dans l'équation (3) et par suite dans (13), faire

$$b_0 = b_1 = \ldots\ldots = b_n = 1.$$

On obtient alors

$$P' = \begin{vmatrix} a_0-a_1 & a_0-a_2 & a_0-a_3 & \dots & a_0-a_n \\ a_0-a_2 & a_0-a_3+a_1-a_2 & a_0-a_4+a_1-a_3 & \dots & a_1-a_n \\ a_0-a_3 & a_0-a_4+a_1-a_3 & a_0-a_5+a_1-a_4+a_2-a_3 & \dots & a_2-a_n \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & . & \dots & . \\ . & . & a_0-a_n+a_1-a_{n-1}+a_2-a_{n-2} & \dots & . \\ . & a_0-a_n+a_1-a_{n-1} & +a_1-a_n+a_2-a_{n-1} & \dots & a_{n-1}-a_n \\ a_0-a_n & a_1-a_n & +a_3-a_n & & \end{vmatrix}$$

Or, on sait, par un théorème bien connu, que la valeur d'un déterminant ne change pas si, aux éléments d'une colonne, on ajoute les éléments respectifs d'une ou de plusieurs autres colonnes, multipliés tous par une quantité positive ou négative.

Cela posé, si, dans le déterminant P′, on laisse la première colonne telle qu'elle est; si, hors des éléments de la seconde, on retranche les éléments respectifs de la première; si ensuite, dans ce nouveau déterminant ainsi formé, on retranche hors de la troisième colonne les sommes des éléments respectifs des deux premières, puis dans ce nouveau déterminant la somme des éléments respectifs des trois premières colonnes hors de la quatrième, et qu'on continue le même procédé, il vient

$$P' = \begin{vmatrix} a_0-a_1 & a_1-a_2 & a_2-a_3 & \dots\dots & a_{n-1}-a_n \\ a_0-a_2 & a_1-a_3 & a_2-a_4 & \dots\dots & a_{n-1}-a_0 \\ a_0-a_3 & a_1-a_4 & a_2-a_5 & \dots\dots & a_{n-1}-a_1 \\ . & . & . & \dots\dots & . \\ . & . & . & \dots\dots & . \\ . & . & . & \dots\dots & . \\ . & . & a_2-a_n & \dots\dots & . \\ . & a_1-a_n & a_2-a_0 & \dots\dots & . \\ a_0-a_n & a_1-a_0 & a_2-a_1 & \dots\dots & a_{n-1}-a_{n-2} \end{vmatrix}$$

Or, ce déterminant est égal au suivant du degré $n+1$:

$$P' = \begin{vmatrix} 1 & a_0 - a_0 & a_1 - a_1 & a_2 - a_2 & \ldots\ldots & a_{n-1} - a_{n-1} \\ 1 & a_0 - a_1 & a_1 - a_2 & a_2 - a_3 & \ldots\ldots & a_{n-1} - a_n \\ 1 & a_0 - a_2 & a_1 - a_3 & a_2 - a_4 & \ldots\ldots & a_{n-1} - a_0 \\ & . & . & . & \ldots\ldots & . \\ & . & . & . & \ldots\ldots & . \\ & . & . & . & \ldots\ldots & . \\ 1 & a_0 - a_n & a_1 - a_0 & a_2 - a_1 & \ldots\ldots & a_{n-1} - a_{n-2} \end{vmatrix}$$

car tous les éléments de la première ligne horizontale sont nuls, à l'exception du premier, qui est 1.

Si actuellement, de chaque colonne, on retranche les éléments respectifs de la première, multipliés par a_{r-2}, r étant le rang de la colonne, et qu'ensuite on change les signes des n dernières, on a

$$P' = (-1)^n \begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_1 & a_2 & \ldots\ldots & a_{n-1} \\ 1 & a_1 & a_2 & a_3 & \ldots\ldots & a_n \\ 1 & a_2 & a_3 & a_4 & \ldots\ldots & a_0 \\ . & . & . & . & & a_1 \\ . & . & . & . & & . \\ . & . & . & . & & . \\ . & . & . & a_n & \ldots\ldots & . \\ . & . & a_n & a_0 & \ldots\ldots & . \\ 1 & a_n & a_0 & a_1 & \ldots\ldots & a_{n-2} \end{vmatrix} \quad (18)$$

Or, si R′ désigne ce que devient R (3) pour $b_0 = b_1 = b_2 \ldots = b_n = 1$, on a, en vertu de (14), (15)

$$P' = (-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} a_n R'.$$

Mais R′ représente précisément la somme de toutes les fonctions symétriques; donc

$$S = \frac{P'}{(-1)^{\frac{n(n+1)}{2}} a_n},$$

Ce qui démontre le théorème énoncé, si l'on a égard au signe de P′ dans l'équation (17).

Exemple Ier. — *Chercher la somme des fonctions symétriques des racines de l'équation*

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 = 0.$$

On a

$$S = -\frac{1}{a_2^2}\begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_1 \\ 1 & a_1 & a_2, \\ 1 & a_2 & a_0 \end{vmatrix}$$

ou bien, en effectuant

$$1 + \Sigma x_1 + \Sigma x_1 x_2 + \Sigma x_1^2 + \Sigma x_1^2 x_2^2 + \Sigma x_1^2 x_2$$
$$= -\frac{1}{a_2^2}\left[a_0 a_1 + a_0 a_2 - a_2^2 - a_0^2 - a_1^2\right].$$

Exemple II. — *Chercher la somme des fonctions symétriques des racines de l'équation*

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 = 0.$$

On a

$$S = -\frac{1}{a_3^3}\begin{vmatrix} 1 & a_0 & a_1 & a_2 \\ 1 & a_1 & a_2 & a_3 \\ 1 & a_2 & a_3 & a_0 \\ 1 & a_3 & a_0 & a_1 \end{vmatrix}$$

D'où, en effectuant,

$$1 + \Sigma x_1 + \Sigma x_1 x_2 + \Sigma x_1^2 + \Sigma x_1 x_2 x_3 + \Sigma x_1^2 x_2 + \ldots\ldots + \Sigma x_1^3 x_2^3 x_3^3 =$$
$$-\frac{1}{a_3^3}\left\{\begin{array}{l} + a_1^2 a_3 - a_0^2 a_1 - a_1 a_2^2 + 2a_0 a_2 a_3 - a_3^3 - 2a_0 a_1 a_3 + a_0^3 \\ + a_1^2 a_2 - a_0 a_2^2 + a_2 a_3^2 + 2a_0 a_1 a_2 - a_0^2 a_3 - a_1^3 + a_1 a_3^2 \\ - a_2^2 a_3 - a_0^2 a_2 + a_0 a_3^2 + a_0 a_1^2 - 2a_1 a_2 a_3 + a_2^3. \end{array}\right\}$$

Théorème IV. — *Si l'on opère une substitution circulaire sur les coefficients de l'équation*

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots\ldots + a_nx^n = 0 \ldots\ldots (\alpha)$$

de sorte qu'on produit la suivante

$$a_1 + a_2x + a_3x^2 + \ldots\ldots + a_nx^{n-1} + a_0x^n = 0 \ldots (\beta)$$

la variation de la somme des fonctions symétriques, en passant de (α) *à* (β), *ne dépend que des derniers termes de ces deux équations ; et si* S' *représente cette somme pour l'équation* (β), *on a*

$$S : S' = \frac{1}{a_n^n} : \frac{(-1)^n}{a_0^n}.$$

En effet, si, dans l'équation (17), on opère une substitution circulaire, le coefficient

$$\frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{a_n^n}, \text{ se change en } \frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{a_0^n},$$

tandis que le déterminant lui-même, en conservant sa valeur numériqne change ou ne change pas de signe suivant que n est impair ou pair ; d'ailleurs, par cette substitution circulaire, le nouveau déterminant est, par rapport à (β), ce que S est par rapport à (α).

Corollaire. — Si nous continuons à opérer toutes les substitutions circulaires, nous produirons en tout $n + 1$ équations, et si $S, S', S'', \ldots\ldots S^{(n+1)}$ représentent les sommes des fonctions symétriques, relatives à ces équations, on a

$$S : S'\ S'' \ldots : S^{(n+1)} = \frac{1}{a_n^n} : \frac{(-1)^n}{a_0^n} : \frac{(-1)^n}{a_1^n} : \ldots : \frac{(-1)^n}{a_{n-1}^n}$$

Théorème V. — *Si on augmente tous les coefficients de l'équation*

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots\ldots + a_n x^n = 0 \ldots\ldots (\alpha')$$

d'une même quantité δ, *on formera une autre équation*

$$a_0' + a_1' x + a_2' x^2 + \ldots\ldots + a_n' x^n = 0 \ldots\ldots (\beta')$$

telle qu'on a $a'_i = a_i + \delta$; *et je dis que la variation de la somme des fonctions symétriques, en passant de* (α'), *à* (β'), *ne dépend que de la variation du dernier terme, de sorte que*

$$S' : S = \frac{1}{(a_n + \delta)^n} : \frac{1}{a_n^n}.$$

En effet, le déterminant (17) ne change pas, si aux éléments de chaque colonne, on ajoute ceux de la première, multipliés par δ; mais si en même temps le coefficient

$$\frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{a_n^n} \text{ se change en } \frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{(a_n + \delta)^n},$$

alors S devient S', ce qui démontre le théorème énoncé.

Théorème VI. — *Si, dans l'équation*

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots\ldots + a_n x^n = 0 \ldots\ldots (\alpha''),$$

on échange les coefficients à égales distances des termes extrêmes, de sorte qu'on obtient

$$a_n + a_{n-1} x + a_{n-2} x^2 + \ldots\ldots + a_0 = 0 \ldots\ldots (\beta'')$$

la variation de S ne dépend que des derniers termes de ces deux équations, de sorte que

$$S : S' = \frac{1}{a_n^n} : \frac{(-1)^n}{a_0^n}.$$

En effet, par ce changement le coefficient de (17) devient

$$\frac{(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}}}{a_0^n},$$

tandis que le déterminant devient

$$\begin{vmatrix} 1 & a_n & a_{n-1} & a_{n-2} & \cdots\cdots & a_1 \\ 1 & a_{n-1} & a_{n-2} & a_{n-3} & \cdots\cdots & a_0 \\ 1 & a_{n-2} & a_{n-3} & a_{n-4} & \cdots\cdots & a_n \\ 1 & a_{n-3} & a_{n-4} & a_{n-5} & \cdots\cdots & a_{n-1} \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ 1 & a_0 & a_n & a_{n-1} & \cdots\cdots & a_2 \end{vmatrix}$$

Or si, dans ce déterminant, on échange les deux premières lignes horizontales, ce qui produit un changement de signe, et qu'ensuite on écrive les $n-1$ lignes horizontales restantes à rebours, de sorte que la dernière de ces lignes prend la place de la première, ce qui introduit $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ changements de signes, ce déterminant deviendra

$$(-1)^{\frac{(n-1)(n-2)}{2}+1} \begin{vmatrix} 1 & a_{n-1} & a_{n-2} & a_{n-3} & \cdots\cdots & a_0 \\ 1 & a_n & a_{n-1} & a_{n-2} & \cdots\cdots & a_1 \\ 1 & a_0 & a_n & a_{n-1} & \cdots\cdots & a_2 \\ 1 & a_1 & a_0 & a_n & \cdots\cdots & a_3 \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ . & . & . & . & \cdots\cdots & . \\ 1 & a_{n-2} & a_{n-3} & a_{n-4} & \cdots\cdots & a_n \end{vmatrix}$$

Si, enfin, dans ce dernier déterminant, on écrit les n dernières colonnes à rebours, de manière que la dernière, l'avant-dernière, etc., deviennent respectivement la se-

conde, la troisième, etc., ce qui produit $\frac{n(n-1)}{2}$ changements de signe, on obtient précisément le déterminant de la formule (17), multiplié par

$$(-1)^{\frac{n(n-1)}{2}+\frac{(n-1)(n-2)}{2}+1}$$

ou par

$$(-1)^n.$$

Remarque. — L'équation (β'') peut être obtenue en changeant dans α'' la racine x en $\frac{1}{x}$, et en multipliant par x^n; donc une fonction symétrique à exposants positifs de l'équation (β'') est équivalente à la fonction symétrique correspondante à exposants négatifs de l'équation (α'').

On peut donc dire que *si* S, S′ *expriment les sommes des fonctions symétriques à exposants positifs et négatifs, on a*

$$S : S' = \frac{1}{a_n^n} : \frac{(-1)^n}{a_0^n}.$$

VI.

La méthode de Tschirnaüs (*), *pour faire disparaître tant de termes qu'on veut d'une équation,* se base sur le problème :

Étant donnée une équation

$$fx = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ \ldots\ldots \ + a_nx^n = 0 \ \ldots\ldots \ (\alpha),$$

la transformer en une autre

$$\varphi y = 0,$$

(*) Voyez *Cours d'algèbre supérieur, professé à la faculté des sciences de Paris*, par Serret, 2me édition, page 113.

dont la racine soit une fonction rationnelle et entière de celle de la proposée.

Le déterminant P (formule 11 de notre mémoire) peut être employé avec avantage pour résoudre cette question.

En effet si, dans l'équation (6), on remplace b_0 par $b_0 - y$, il vient

$$b_0 - y + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots\ldots + b_n x^n = 0 \quad \ldots\ldots (\beta)$$

ou bien

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots\ldots + b_n x^n \quad \ldots\ldots (\gamma)$$

Or l'équation $V = o$, qui résulte de l'élimination de x entre (α) et (β) ne diffère de $P = o$, qui résulte de l'élimination de x entre (5) et (6) qu'en ce que b_0 a reçu l'accroissement $-y$; donc on a, d'après la formule de Taylor,

$$V = P - y\frac{dP}{db_0} + \frac{y^2}{1.2}\frac{d^2P}{db_0^2} - \frac{y^3}{1.2.3}\frac{d^3P}{db_0^3} + \ldots\ldots$$
$$+ (-1)^n \frac{y^n}{1.2.\ldots n}\frac{d^nP}{db_0^n} = 0 \quad \ldots\ldots (\delta)$$

Telle est l'équation dont les racines jouissent de la propriété (γ), par rapport à celles de (α).

Les termes P,

$$\frac{dP}{db_0}, \frac{d^2P}{db_0^2} \ldots\ldots \frac{d^nP}{db_0^n}$$

sont, comme nous avons vu, des fonctions entières et homogènes par rapport aux b, et leurs degrés respectifs par rapport à ces lettres sont :

$$n, \; n-1, \ldots\ldots 1, 0.$$

Si l'on veut faire disparaître les i termes qui précèdent le dernier, on posera $n - i$ des constantes b_0, b_1,..... b_n égales à zéro, et l'on dispose des coefficients des b qui restent, de manière à satisfaire aux équations

$$\frac{d^{n-1}P}{db_0} = 0 \quad \frac{d^{n-2}P}{db_0} = 0 \ \ldots\ldots \quad \frac{d^{n-i}P}{db_0} = 0.$$

D'après la remarque faite plus haut, et d'après le théorème de Bézout sur le degré de l'équation finale, la détermination des b, au moyen de ces équations, dépendra d'une autre équation de degré 1. 2..... i.

La disparition de tous les termes, excepté le premier et le dernier, exigerait conséquemment la résolution d'une équation de degré 1. 2. 3.....$n - 1$....(*).

Si l'on connaissait les racines de l'équation (δ) ainsi transformée, on trouverait facilement celles de l'équation (α).

En effet, en remarquant qu'en vertu de γ, y est fonction des b, l'équation (δ) donne

$$\left(\frac{dV}{db_1}\right) + \left(\frac{dV}{dy}\right)\frac{dy}{db_1} = 0,$$

les parenthèses indiquent qu'on a différentié partiellement.

Or, en vertu de (γ), on a

$$\frac{dy}{db_1} = x,$$

(*) Ce théorème est conforme au résultat obtenu par Lagrange. (*Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin*, années 1770 et 1771.)

donc

$$\left(\frac{dV}{db_1}\right) + \left(\frac{dV}{dy}\right) x = 0,$$

ou bien

$$x = -\frac{\frac{dV}{db_1}}{\frac{dV}{dy}}$$

Il est facile de se convaincre, au moyen de l'équation (δ), que

$$\left(\frac{dV}{db_0}\right) = -\left(\frac{dV}{dy}\right);$$

de sorte que

$$x = \frac{\left(\frac{dV}{db_1}\right)}{\left(\frac{dV}{db_0}\right)}$$

Les équations (γ) et (δ) donnent également la relation

$$1 : x : x^2 \ldots x^n = \left(\frac{dV}{db_0}\right) : \left(\frac{dV}{db_1}\right) : \left(\frac{dV}{db_2}\right) \ldots\ldots : \left(\frac{dV}{db_n}\right)$$

—

Sur la construction des paratonnerres. — Note de M. Edmond Sacré.

La circulaire par laquelle M. le Ministre de l'intérieur a récemment engagé toutes les autorités à préserver les édifices contre les dangers de la foudre, a appelé mon attention sur la construction des paratonnerres et sur

leur mode d'établissement le plus efficace et le plus économique.

La science, je le sais, a déjà formulé des règles sur la nature des métaux à employer pour les différentes parties de ces appareils, sur les soins à apporter aux ajustements, sur la force et les dimensions à donner aux conducteurs, etc.; mais les règles ne sont pas complètes, et quelques-unes même sont d'une mauvaise application. Il en résulte que, dans la pratique, la construction des paratonnerres est abandonnée à un arbitraire qui peut devenir très-dangereux pour la sécurité publique; car un paratonnerre défectueux est de nature à appeler le danger plutôt qu'à le conjurer.

Pénétré de l'importance de cette question, je prends la confiance de communiquer à la classe le résultat de mes réflexions et de mon expérience personnelle.

Pointe. — La pointe de cuivre rouge, surmontée d'une capsule de platine de forme conique et reliée à celle-ci par une soudure, me paraît celle que l'on doit préférer. Elle est représentée (Fig. I.) à l'échelle de $^1/_4$.

La pointe de cuivre rouge fortement dorée, ainsi que le conseille Ganot, dans son Traité de physique, est certainement ce qu'on peut faire de plus simple et de moins coûteux; mais la dorure, si épaisse qu'en soit la couche, finit toujours par être enlevée sous l'influence des décharges électriques; le cuivre, se trouvant mis à nu, s'oxyde et le paratonnerre perd alors une partie de son action préventive. La différence entre les prix de ces deux espèces de pointes n'est que de quinze à vingt-cinq francs, et elle est plus que compensée par la durée des pointes de platine et par la sécurité qu'elles présentent.

Le diamètre de la pointe de platine doit être de seize

millimètres à la base du cône; sa hauteur, de quatre centimètres, et l'angle au sommet, de vingt-cinq à trente degrés.

On trouvera peut-être que le diamètre de seize millimètres est un peu fort; mais je le trouve nécessaire pour résister aux décharges extraordinaires qui peuvent survenir. Un diamètre moindre est certainement susceptible de fonctionner pendant longtemps, mais si une force électrique considérable se développait subitement dans le voisinage, la section pourrait ne pas suffire à l'écoulement du fluide, le paratonnerre serait foudroyé, et la pointe pourrait être mise en fusion. Nous avons sous les yeux un exemple de cette action dans les paratonnerres du Musée de l'industrie, dont les pointes de platine n'ont que sept à huit millimètres de diamètre à la base. Quoique réunis en assez grand nombre sur un petit espace, ils n'ont pu suffire entièrement à l'écoulement de la matière électrique, et se sont échauffés à un tel point que toutes les pointes sont courbées. Pécher par un excès de précaution ne pourra jamais nuire à ces appareils, tandis que le contraire peut avoir des conséquences funestes.

Ajustages. — La pointe de cuivre doit être ajustée au moyen d'une vis de dix-huit millimètres de diamètre, pratiquée au bout d'une tige de fer rond, de forme conique (1), ayant à la base de quarante à soixante millimètres de diamètre, selon la hauteur, qui varie avec l'étendue à préserver. Ces tiges, ayant jusqu'à neuf et dix mètres de hauteur, sont assez difficiles à transporter; rien n'empêcherait de les faire en deux pièces ajustées à vis,

---

(1) Je crois le fer rond préférable au fer carré, par la raison que les angles sont beaucoup plus attaqués que les surfaces unies.

l'une dans l'autre, comme le représente en coupe la figure II.

Conducteurs. — Nous avons deux moyens de mettre la tige du paratonnerre en communication avec la terre. Le premier, c'est le conducteur fait de barres de fer : c'est le plus durable, mais aussi c'est le plus cher et le plus difficile à établir, tant pour la construction que pour le placement, bien entendu lorsqu'on lui donne les dimensions reconnues nécessaires. Ce conducteur demande à être fait avec soin, attendu qu'il nécessite une infinité d'ajustements, qui, exécutés tels qu'ils sont indiqués dans l'instruction sur les paratonnerres de l'Académie des sciences de Paris, du 23 avril 1823, page 40, peuvent présenter de graves inconvénients. En effet, si, dans le placement, une barre force un peu, comme les ajustements sont des parties plus faibles, il s'ensuit qu'en ces points, il peut y avoir disjonction partielle; par conséquent, le conducteur n'agit plus avec la même surface. Les variations de température sont encore des causes de disjonction, même pour des ajustages parfaitement faits dès le principe. Il en résulte que l'humidité s'introduit entre deux barres consécutives et y occasionne la formation d'une couche de rouille, qui diminue considérablement la puissance conductrice du système.

Je propose de former les conducteurs de barres de fer rond, de dix-huit millimètres de diamètre. Pour les relier entre elles, on formerait, au bout de la première, un pas de vis à droite, et, au bout de la seconde, qui doit être raccordée à la première, un pas de vis égal, mais à gauche. On ferait un manchon ayant intérieurement deux pas de vis, l'un à droite, l'autre à gauche, de manière qu'en faisant tourner le manchon et tenant les deux

barres fixes, on les rapprocherait l'une de l'autre. Dans ce mouvement, un morceau de plomb, placé préalablement dans l'intérieur du manchon, serait refoulé entre les deux barres, entrerait dans toutes les cavités formées par le pas de vis, et produirait ainsi un contact parfait entre les barres et le manchon. La figure III représente ce genre d'ajustement en coupe.

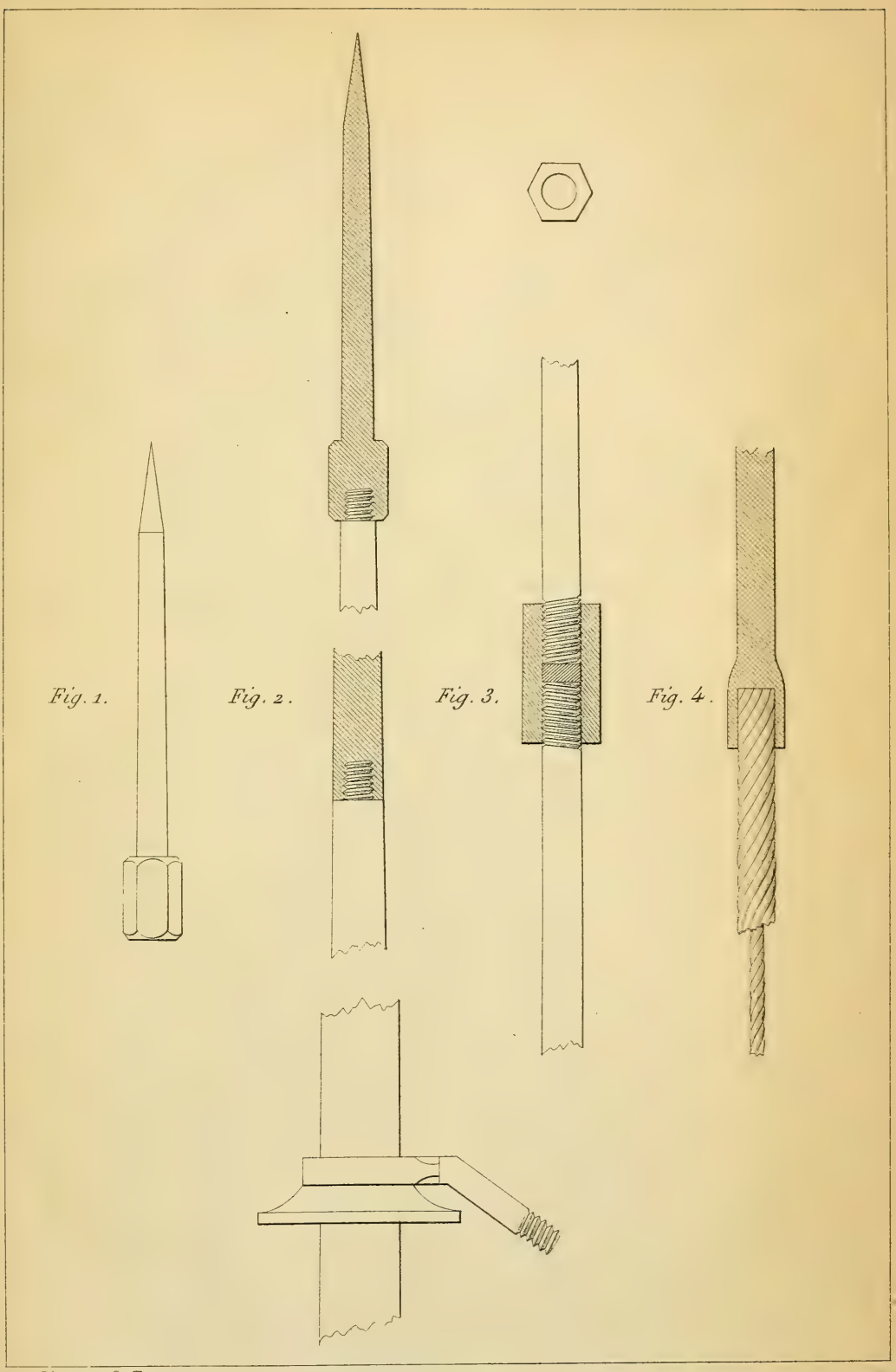
Le conducteur est relié au pied de la tige au moyen d'un collier A, soudé au cuivre. De cette manière, on a la certitude que, depuis la pointe de platine jusqu'au bout du conducteur, la section conductrice présente vingt-deux à vingt-cinq millimètres carrés de surface. Je crois cette surface nécessaire pour toute éventualité; c'est aussi la dimension indiquée par l'Académie des sciences de Paris, à l'exception de la partie du conducteur qui se trouve vers la terre et dans le puits. Pour celle-ci, qui est plus sujette à être détériorée par l'humidité, le conducteur est porté à vingt millimètres de diamètre.

Pour le préserver dans son passage sous la terre, c'est-à-dire du pied de l'édifice au puits, je propose de le faire passer, de préférence à un aqueduc de maçonnerie, dans un tuyau de fer de fonte, qui, par sa conductibilité, servira à l'écoulement du fluide dans le réservoir commun. Si le conducteur aboutit dans un puits, je le termine par une plaque de fer de fonte, donnant quatre-vingt-quatre décimètres de surface, et, dans le cas où je suis obligé de faire un trou pour introduire le conducteur dans le sol, je le termine par un cylindre de cuivre rouge, ayant une surface de contact de deux mètres carrés. Je crois cette grande surface une mesure de précaution bonne à prendre, vu que l'expérience a démontré, en France, qu'un télégraphe électrique, dont on voulait faire le retour par le

sol, n'a pu fonctionner que lorsque le fil avait été terminé par une surface présentant un contact avec la terre de plusieurs mètres carrés; cependant la tension dans un télégraphe est bien loin d'être aussi grande que celle d'une décharge de la foudre.

Le second mode de construction que je propose pour les conducteurs, c'est la corde métallique. Nous avons trois métaux propres à faire des cordes, c'est le cuivre, le zinc et le fer. Le cuivre est certainement, de ces trois métaux, celui qui conduit le mieux le fluide électrique; mais il offre un inconvénient : c'est son prix élevé. Le zinc aurait certainement un grand avantage, sous le rapport de l'économie; mais il a l'inconvénient, étant exposé à l'air, de devenir cassant, ce qui fait qu'on ne pourrait l'employer sans avoir à craindre que quelques-uns des fils composant la corde, ne vînt à se rompre.

Par ce fait, la surface de la section ne serait plus propre à supporter toutes les décharges. Le fer, quoique galvanisé ou zingué, n'est cependant pas garanti contre l'oxydation de manière à pouvoir se conserver pendant un temps indéfini. Les télégraphes électriques ont donné des résultats certains sur la durée du fil zingué; ainsi le fil ordinaire peut durer au plus trois ans sans solution de continuité. On ne peut donc pas l'employer avec sécurité. Pour obvier à ces divers inconvénients et avoir un conducteur qui offre toute la sécurité possible, je propose de faire des cordes de zinc dont la surface métallique de la section serait de dix-huit à vingt millimètres carrés. Ce fil de zinc serait tordu sur une corde de fils de fer zingués, c'est-à-dire que, sur un toron formé de trois fils de fer zingués, on enroulerait les fils de zinc, mais en sens contraire de la torsion des fils de fer; de manière à laisser les mouve-



Imp. Simonau & Toovey.

ments de dilatation complétement libres pour chacun. Dans ces conditions, je crois que ces cordes auront une longue durée et présenteront toutes les garanties désirables, à l'exception toutefois pour les bâtiments de mer, où il faut nécessairement avoir recours aux cordes de cuivre. Quant à l'ajustement, il est ici le même que pour l'autre conducteur. Ainsi la corde est soudée à l'étain dans un manchon de fer, figure 4, dont l'autre bout est taraudé pour entrer dans le manchon représenté figure 3.

A deux mètres du sol, la corde est reliée à une barre de vingt millimètres de diamètre, qui continue jusqu'au fond du puits ou du trou pratiqué pour l'écoulement du fluide.

M. De Koninck met sous les yeux de la classe différents ossements fossiles se rapportant à une communication précédemment faite par M. Malaise; il présente quelques explications à ce sujet.

Séance du 15 décembre 1860.

M. Van Beneden, directeur.

M. Liagre, vice-directeur, faisant fonctions de secrétaire.

Sont présents : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, Ad. De Vaux, de Selys-Longchamps, le vicomte B. Du Bus, Nyst, Gluge, Nerenburger, Melsens, Schaar, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, Jules d'Udekem, *membres;* Lamarle, *associé.*

M. Gachard, *président de l'Académie et membre de la classe des lettres*, assiste à la séance.

CORRESPONDANCE.

M. Jules Van Praet, Ministre de la maison du Roi, fait connaître que Sa Majesté a le regret de ne pouvoir assister à la séance publique du 16 de ce mois, et qu'elle charge le secrétaire perpétuel de transmettre ses excuses et ses remercîments à MM. les membres de l'Académie.

S. A. R. le Duc de Brabant se fait également excuser

de ne pouvoir se rendre à cette solennité académique.

L'Académie royale des sciences de Prusse et la Société géologique impériale de Vienne remercient la compagnie pour l'envoi de ses dernières publications.

M. le vicomte de Seisal, ministre plénipotentiaire de Portugal à Bruxelles, transmet à l'Académie les fac-simile de plusieurs anciennes cartes d'Afrique, qui se trouvent au Musée britannique et qui tendent à établir la priorité des Portugais pour les découvertes faites dans l'intérieur de cette contrée, découvertes que les voyageurs anglais se sont attribuées récemment. Ces fac-simile sont offerts au nom de M. le comte de Lavradio, qui les a fait exécuter à Londres. — Remercîments.

— M. Gilbert, professeur à la faculté des sciences de l'université de Louvain, fait parvenir une notice manuscrite intitulée : *Remarques sur la théorie des équations différentielles linéaires.* Ce travail est renvoyé à l'examen de MM. Lamarle et Timmermans.

RAPPORTS.

MM. Schaar et Brasseur donnent successivement lecture de leurs rapports sur un mémoire de M. Lamarle, intitulé : *Exposé géométrique des calculs différentiel et intégral.* Conformément aux conclusions présentées par les rapporteurs, la classe vote l'impression de ce travail dans le recueil des mémoires in-8°.

CONCOURS DE 1860.

La classe avait inscrit cinq questions à son programme de concours; elle n'a reçu de réponse qu'à une seule, celle formulée dans les termes suivants :

On demande d'exposer la théorie probable des étoiles filantes, et d'indiquer les hauteurs où elles se forment, apparaissent et s'éteignent, en appuyant cette théorie sur les faits observés.

Les deux mémoires adressés à l'Académie et consacrés à résoudre cette question, portent pour devise :

1° *Nocturnasque faces coeli sublime volantes,*
Nonne vides longos flammarum ducere tractus,
In quascumque dedit partes natura meatum.

(Lucretius, *De Rerum natura*, lib. II.)

2° *Un des plus nobles devoirs de l'homme est d'apporter, en raison de ses facultés, son contingent au dépôt commun des sciences.*

Rapport de M. Ad. Quetelet.

« Deux mémoires ontété reçus par l'Académie; et tous deux n'ont considéré malheureusement qu'un côté de la question inscrite au programme. L'un de ces travaux cependant, celui qui porte pour devise : *Nocturnasque faces coeli*, est moins incomplet que l'autre; mais il ne peut être considéré que comme un assemblage de ma-

tériaux. L'auteur ne paraît pas avoir eu le temps d'embrasser le sujet indiqué dans toute son étendue.

La question était posée d'une manière générale : l'on demandait d'appuyer la théorie *sur les faits observés* et non sur quelques faits particuliers. Les noms de Brandès, Benzenberg et Chladni ne sont pas même cités une seule fois dans le mémoire ; et il en est de même de ceux d'Olbers, d'Herschel, de Bogulawski, d'Herrick, etc.

La question des étoiles filantes se résout donc uniquement par les travaux de l'auteur, qui se sert de ses observations et de celles de ses amis. Voyons cependant comment il a traité son sujet, en faisant d'une question générale une question tout à fait particulière.

Le mémoire se compose de deux volumes in-4° de plus de 300 pages, mais dont le texte n'en forme guère plus de 25 à 30; le surplus est consacré à des résultats de calculs et à des constructions graphiques. Il est évident qu'au lieu de donner des résultats numériques et une figure pour chaque météore, vu de deux ou de plusieurs lieux, l'auteur pouvait beaucoup abréger sa besogne, en indiquant nettement les formules dont il a fait usage et en donnant un seul exemple de calcul pour expliquer sa méthode.

Quoi qu'il en soit, j'accepte les résultats calculés comme exacts, et les procédés graphiques comme ne laissant rien à désirer, bien qu'il y ait peut-être sujet à contester sur ce point.

L'auteur s'occupe d'abord de recherches sur les trajectoires moyennes et sur les centres d'émanation pour les étoiles périodiques des mois de juillet, août, octobre, novembre et décembre : ces étoiles sont au nombre de 92; pour lesquelles il trouve 13 centres d'émanation différents : « il a cherché, de plus, à dériver des trajectoires

» moyennes, de nouvelles trajectoires moyennes de *second* » *ordre*, » page 10, 1er vol.

On reconnaîtra que 92 étoiles filantes, observées de plusieurs points, sont bien peu nombreuses pour déterminer 13 centres d'émanation; et encore ces centres ont-ils plusieurs trajectoires moyennes de second ordre. Quoi qu'il en soit, ils se distribuent ainsi qu'il suit, pour onze années :

52	étoiles	filantes,	du 1er au 20 août.
8	»	»	du 2 au 30 juillet.
10	»	»	du 5 au 31 octobre.
14	»	»	du 3 au 15 novembre.
8	»	»	du 2 au 13 décembre.

Outre ces différents centres indiqués pour cinq mois de l'année, il en existe encore plusieurs pour les autres mois, mais qui ont été moins examinés. L'auteur n'avait pas les éléments suffisants pour déterminer ceux-ci : nous ne nous arrêterons donc pas à les considérer.

Il existe différentes méthodes pour le calcul des étoiles filantes (1). L'auteur prend de préférence celle de Bessel, qu'il dit être la même que celle de M. Heis; « mais sou- » vent, ajoute-t-il, une construction géométrique donne » des résultats plus exacts. » Il est à regretter que ses formules soient plutôt indiquées que démontrées : cette lacune est fâcheuse à côté de deux volumes remplis à peu près exclusivement de constructions et d'applications.

Cependant ces deux volumes méritent l'attention de l'Académie; on sent que l'auteur, sans avoir résolu la

---

(1) Nous en avons indiqué trois dans la *Correspondance mathématique* (t. IX, pp. 180 et suiv.; 1837) : l'une d'Olbers, une autre de Brandès et une autre quej'ai publiée moi-même.

question, a le mérite d'avoir préparé des éléments qui peuvent l'élucider.

Voici quelques-uns des points de la question que l'auteur avait à examiner :

Les étoiles filantes sont-elles d'origine cosmique? se forment-elles dans l'atmosphère ou sur notre globe? L'auteur se prononce pour la première question, mais sans la discuter. Cette question est cependant de la plus grande importance; elle a constamment occupé les savants qui ont le plus étudié les étoiles filantes, notamment Brandès, Benzenberg et Chladni. Leurs doutes, croyons-nous, provenaient de l'ignorance où nous sommes encore sur les vrais éléments de la constitution atmosphérique.

Les trajectoires de ces météores sont-elles des lignes droites ou des courbes? Cette question n'est pas examinée : l'auteur cependant ne parle jamais, dans ses constructions, que de trajectoires rectilignes.

Les trajectoires se prolongent-elles jusqu'à la terre? L'auteur, comme concluaient Benzenberg et Brandès, et comme j'ai cru pouvoir le faire aussi d'après le système d'observation établi en Belgique, pense que les étoiles filantes cessent d'être lumineuses à une certaine distance de la terre. Il croit que cette distance est d'environ 14 à 15 milles géographiques, quoiqu'il en trouve de plus hautes et de plus basses.

« Il est très-remarquable, dit-il (tome I, page 215), » que les étoiles s'éteignent dans une hauteur moyenne » de 11,7 mètres géographiques, qui est presque égale à la » hauteur qu'on donne à notre atmosphère. Il est très- » curieux de voir que les météores, au lieu de s'allumer » en entrant dans l'atmosphère, comme on le croit ordi- » nairement, *s'éteignent plutôt.* »

Le calcul de l'auteur peut donner lieu à des critiques, mais nous admettrons, avec lui et ses prédécesseurs, que les étoiles filantes s'éteignent, en effet, en descendant vers la terre. Mais, si elles marchent en ligne droite, que deviennent-elles ensuite quoique éteintes? D'où vient que, pendant les plus grandes apparitions, depuis que l'observation procède d'une manière régulière, personne n'ait pu se vanter d'avoir tenu une étoile filante entre les mains ou même d'en avoir vu les vestiges.

L'auteur trouve, pour vitesse absolue d'une étoile filante, 4 à 10 milles géométriques; mais son résultat n'est déduit que de cinq observations (t. I, p. 220) : j'avais, ainsi que Brandès, trouvé à peu près le même résultat. Ces nombres sont évidemment trop faibles, parce qu'il faut tenir compte de la direction de la terre et de celle de l'étoile filante.

Nous ne nous arrêterons pas à tous les problèmes qui peuvent se présenter et que l'auteur ne paraît pas avoir eu le temps d'examiner. Nous regrettons, toutefois, de ne pas même lire un mot sur une des questions les plus importantes, sur la fréquence habituelle des étoiles filantes, sur ce qui influe par rapport à leur nombre selon les pays, selon les époques de l'année et selon les heures de la nuit.

L'auteur, en rejetant tout ce qui avait été fait avant lui et autour de lui sur le sujet important qui l'occupe, n'a pu, on le conçoit, prendre la question dans tout son ensemble, ni en déduire les conséquences légitimes et nécessaires.

Nous persistons à croire que la question sur les étoiles filantes est une des plus intéressantes que l'on puisse proposer, parce qu'aucune ne fera mieux sentir, indépen-

damment de son importance spéciale, l'état d'ignorance où nous sommes encore sur la forme et les vraies lois de notre atmosphère. Nous sommes donc d'avis de remettre la question au concours pour 1862, et de ne pas publier les résultats calculés par l'auteur; il est juste de lui en garantir la propriété. Agir différemment serait d'ailleurs méconnaître ses droits et mettre ses pensées et ses écrits à la disposition de ses compétiteurs. »

—

Rapport de M. F. Duprez.

« L'Académie a reçu deux mémoires en réponse à la question relative aux étoiles filantes. Le premier de ces mémoires, qui a pour devise : *Un des plus nobles devoirs de l'homme est d'apporter, en raison de ses facultés, son contingent au dépôt commun des sciences*, n'est qu'un court exposé de l'état de nos connaissances sur les étoiles filantes et les bolides. Cet exposé, quoique incomplet, ne manque pas de mérite; mais il suffit d'une simple lecture pour se convaincre qu'il ne satisfait point à la question.

Le second mémoire, ayant pour épigraphe ces vers de Lucrèce :

Nocturnasque faces coeli sublime volantes,
Nonne vides longos flammarum ducere tractus,
In quascumque dedit partes natura meatum.

présente plus d'importance. Il est divisé en deux parties, dont la première traite des centres d'émanation des étoiles filantes, et peut être considérée comme faisant suite à un travail que M. Heis, de Münster, a publié sur le

même sujet. Antérieurement à cette dernière publication, notre honorable secrétaire avait déjà appelé l'attention des observateurs sur l'existence d'un point du ciel d'où les météores périodiques du 10 août paraissent rayonner. En traçant et en prolongeant sur une sphère céleste les trajectoires d'un grand nombre d'étoiles filantes observées de 1839 à 1849, M. Heis avait montré, de son côté, qu'il existe treize centres d'émanation des étoiles filantes périodiques des mois d'août, de septembre, d'octobre, de novembre et de décembre. L'auteur du mémoire soumis à notre examen confirme l'existence de ces centres d'émanation, par la discussion de plus de six mille observations faites par lui-même et par d'autres pendant les années 1849 à 1860, et les positions qu'il leur assigne, pour les mêmes mois, ne diffèrent pas beaucoup, en général, de celles que M. Heis avait indiquées. Il cherche, en outre, à établir, au moyen de ses propres observations, les points d'où paraissent diverger les trajectoires des étoiles filantes qui se montrent dans les autres mois de l'année, et qui sont généralement connues sous le nom de *sporadiques;* mais ses observations sont évidemment trop peu nombreuses pour permettre d'en déduire quelque conclusion.

Dans la seconde partie de son mémoire, l'auteur expose les deux constructions graphiques qui lui ont servi à déterminer les hauteurs des points d'apparition et des points d'extinction de cent quatre étoiles filantes ou bolides observés simultanément en divers lieux, et se rapportant en grande partie à la période du mois d'août. Par l'application de ces deux constructions, il trouve 132 kilomètres pour la hauteur moyenne des premiers points et 87 kilomètres pour celle des seconds. A ces hauteurs, il joint les

longueurs destrajectoires parcourues, les inclinaisons de celles-ci par rapport à l'horizon, et, dans le cas de données suffisantes, les vitesses des météores observés. Cette seconde partie est accompagnée d'un volume de planches, contenant, pour chaque étoile filante ou bolide, celle des deux constructions graphiques employées.

Il m'a paru résulter de l'examen de ce second mémoire que l'auteur n'a répondu qu'à une partie de la question. La théorie probable des étoiles filantes, que l'on demandait d'exposer, y est à peine effleurée. Au lieu de la traiter avec tout le soin qu'il convient à ce point important, de discuter les diverses opinions émises et d'établir jusqu'où elles s'accordent avec les faits observés, l'auteur se borne à énoncer en quelques lignes ses idées sur la nature des météores qui font l'objet de son travail. D'autre part, je crois qu'il était inutile de rapporter, dans un volume de planches, toutes les constructions graphiques qui ont donné les hauteurs des points d'apparition et des points d'extinction; les deux méthodes graphiques étant exposées d'une manière claire et correcte, l'auteur pouvait, il me semble, se contenter d'indiquer simplement, pour chaque étoile filante ou bolide, les éléments ou données nécessaires à l'application de ces méthodes; seulement j'aurais désiré, comme moyen de contrôle, qu'il eût indiqué en même temps les sources où il avait puisé ces données, à moins qu'il ne s'agît d'observations qui lui étaient propres. J'ajouterai une dernière remarque : on voit que l'auteur écrit dans une langue qui n'est pas la sienne; son travail, peu clair en différents endroits, présente de si nombreuses incorrections de style, qu'il aurait été impossible de l'imprimer, lors même qu'il eût répondu parfaitement à la question.

Afin de laisser aux auteurs le temps de modifier et de compléter les deux mémoires qui font l'objet de ce rapport, et dans l'espoir que d'autres concurrents entreront en lice, j'ai l'honneur de proposer à l'Académie de remettre la question au concours. »

Rapport du major Liagre.

« Je partage l'opinion de mes honorables collègues MM. Ad. Quetelet et Duprez, relativement au peu d'importance du mémoire n° 1, portant pour épigraphe : *Un des plus nobles devoirs de l'homme*, etc.

Je suis également d'avis avec eux que l'auteur du mémoire n° 2, portant pour épigraphe : *Nocturnasque faces coeli*, etc., n'a pas complétement résolu la question proposée par la classe, en ce qui concerne la théorie physique des étoiles filantes; qu'il a négligé de discuter les diverses opinions émises jusqu'aujourd'hui sur la nature de ce phénomène mystérieux; que son style décèle un idiome étranger; enfin, que le volume de planches est inutile. Mais ce mémoire me paraît sagement et sobrement pensé, et il renferme surtout un très-grand nombre d'observations qui sont le fruit d'un travail digne d'éloges. On sait, d'ailleurs, combien il est difficile d'obtenir le concours d'hommes réunissant la capacité et le dévouement nécessaires pour faire, en divers endroits, des observations contemporaines sur les étoiles filantes. A ce point de vue, nous trouvons ici des documents utiles et bien coordonnés, auxquels le nom de l'auteur et ceux de ses collaborateurs ne feraient, sans doute, qu'ajouter un nouveau

prix. Le calcul de la position des divers centres d'émanation; celui de la hauteur à laquelle les étoiles filantes apparaissent et s'éteignent; celui de la longueur de leurs trajectoires, de leurs vitesses apparentes ou réelles, etc., constituent aussi des matériaux intéressants, propres à conduire à la solution future de la question délicate proposée par la classe et dignes, par conséquent, d'être recueillis par elle.

Concluant donc, avec mes deux collègues, qu'il n'y a pas lieu de décerner le prix, je proposerai cependant à la classe d'accorder une mention honorable à l'auteur du mémoire n° 2, et de voter l'impression du texte de ce mémoire, si l'auteur consent :

1° A faire connaître son nom et ceux de ses collaborateurs, ainsi que les sources où il a puisé;

2° A laisser modifier son travail sous le rapport du style.

Il serait aussi à désirer que l'auteur réduisît en kilomètres les hauteurs et les distances qu'il a exprimées en milles. En émettant ce vœu, l'Académie saisirait l'occasion de manifester sa manière de voir au sujet de l'uniformité de mesure, si désirable en toute circonstance, mais surtout dans les données numériques fournies par la science. »

La classe décide que la question restera inscrite au programme du prochain concours et qu'il n'y a pas lieu à décerner un prix. Elle accorde néanmoins une mention honorable au mémoire n° 2 et elle en vote l'impression, si l'auteur la demande et s'il accepte, en outre les conditions spécifiées par l'un des rapporteurs :

1° De faire connaître son nom et ceux des collabora-

teurs qui l'ont aidé dans ses observations, ou à indiquer les sources où il a puisé ses résultats;

2° A laisser modifier son travail sous le rapport du style, qui décèle trop l'habitude d'employer un idiome étranger.

ÉLECTIONS.

Pour compléter le nombre des *correspondants* déterminé par les statuts organiques, la classe avait la faculté de procéder à trois nominations; elle a décidé d'ajourner provisoirement ces élections et elle a simplement pourvu au remplacement du seul *associé* décédé pendant le cours de l'année : M. Gérard Vrolik, naturaliste hollandais.

En vertu de cette décision et conformément à la présentation de la section des *sciences naturelles*, les suffrages se sont portés sur M. Guillaume Vrolik, secrétaire général de l'Académie royale des sciences d'Amsterdam.

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

La classe arrête le programme de sa séance publique du lendemain et entend successivement la lecture :

1° Du *discours de M. Van Beneden* directeur de la classe;

2° D'une *Notice sur la vie et les travaux de Ch. Lenor-*

mant, associé de l'Académie, par M. le baron de Witte, membre de la classe des lettres.

M. Melsens dépose un travail qu'il se réserve de lire et, au besoin, de compléter à une prochaine réunion; ce travail est intitulé : *Note sur les épreuves des poudres de guerre, de mine et de chasse et sur quelques phénomènes de la déflagration des poudres.*

Séance publique du 16 décembre 1860.

M. Van Beneden, directeur de la classe, occupe le fauteuil; M. Liagre, vice-directeur, M. Gachard, directeur de la classe des lettres et président de l'Académie, et M. Baron, directeur de la classe des beaux-arts, prennent place au bureau.

Sont présents :

Classe des sciences : MM. d'Omalius d'Halloy, Sauveur, Wesmael, Martens, Cantraine, Stas, De Koninck, A. De Vaux, de Selys-Longchamps, Nyst, Gluge, Melsens, Nerenburger, Schaar, Duprez, Brasseur, Poelman, Dewalque, d'Udekem, *membres.*

Classe des lettres : MM. De Decker, Faider, Ducpetiaux, Kervyn de Lettenhove, *membres;* Nolet de Brauwere van Steeland, *associé;* Wauters, *correspondant.*

Classe des beaux-arts : MM. Alvin, F. Fétis, Van Hasselt, Jos. Geefs, Partoes, E. Fétis, De Busscher, *membres.*

Le directeur de la classe, M. Van Beneden, ouvre la séance par le discours suivant :

Messieurs,

Le 1er janvier 1855, avant de quitter le fauteuil de la présidence, M. Quetelet, appelé au poste élevé de secrétaire perpétuel par les libres suffrages de ses collègues, fit la proposition d'organiser tous les ans une séance publique le 16 décembre, jour de la fondation de l'Académie

par Marie-Thérèse et anniversaire de la naissance du Roi.

Il y a tout juste vingt-cinq ans aujourd'hui que le baron de Stassart inaugurait cette première séance publique par un discours parfaitement approprié à la circonstance, et, dix ans plus tard, c'est-à-dire en 1845, le Roi, ayant daigné installer lui-même la nouvelle Académie, le baron de Stassart adressa les paroles suivantes à notre auguste souverain :

« Sire, disait-il, le jour où Votre Majesté daigne venir elle-même installer l'Académie, réorganisée par sa bienveillante sollicitude, doit faire époque dans l'histoire des sciences, des lettres et des arts. C'est un jour heureux, dont le souvenir restera profondément gravé dans nos cœurs. »

J'aime à rappeler ces paroles, et, si l'Académie ne peut aujourd'hui s'adresser directement au Roi, elle pourra du moins joindre sa voix à celle de la nation, qui, de l'une à l'autre extrémité du pays, vient d'acclamer, avec tant d'enthousiasme, le digne souverain qui préside à ses destinées. Si déjà le commerce et l'industrie, les forces vives du pays, se sont unis à la grande voix populaire pour faire remonter jusqu'au pied du trône l'expression de leurs sentiments d'attachement, l'Académie à son tour, avant que cette brillante page de 1860 soit tournée, est heureuse d'ajouter à ce concert unanime de louanges l'expression de son profond et respectueux dévouement.

Et puisque, en ce jour solennel, je me rends l'organe des sentiments dont nous sommes tous animés, qu'il me soit permis, Messieurs, de citer un autre nom qui, depuis longtemps, se trouve entouré de toutes nos sympathies. Si le premier bienfaiteur de l'Académie est le Roi, qui nous a donné l'ordre, la paix et la prospérité, le second bien-

faiteur est M. Quetelet, notre honorable secrétaire perpétuel. C'est à son concours intelligent, à son incessante activité et à la haute position qu'il s'est créée dans le monde savant, que l'Académie de Belgique est, en grande partie, redevable du rang élevé qu'elle occupe dans l'opinion du pays et de l'étranger.

Empressée de saisir une occasion de témoigner à M. Quetelet son affectueuse sympathie et d'acquitter envers son secrétaire perpétuel une dette de reconnaissance, l'Académie a décidé, à l'unanimité des suffrages, qu'une médaille serait frappée à son honneur, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de son entrée en fonction.

Dans cette circonstance, le Gouvernement a bien voulu de nouveau témoigner à l'Académie et à ses membres tout l'intérêt qu'il porte à leurs travaux. Par sa lettre du 5 novembre dernier, M. le Ministre de l'Intérieur a fait savoir au président que le Gouvernement désire s'associer, autant qu'il est en son pouvoir, à la démarche de l'Académie, en contribuant pour la moitié à l'offre et à la dépense de la médaille. Ainsi qu'on devait s'y attendre, toutes les classes ont accueilli cette intervention bienveillante de l'administration centrale avec autant d'empressement que de gratitude.

Par sa position, la Belgique ne peut prétendre à d'autre gloire que celle qui résulte du progrès des sciences, des lettres, des arts et de l'industrie; mais, ainsi que l'a si bien dit M. de Lamartine, la grandeur des nations ne se mesure plus qu'à l'échelle des intelligences. Ce n'est plus le nombre de bras qu'un pays doit exhiber pour être grand, mais bien le produit de son activité intellectuelle et morale; et, sous ce rapport, personne n'a plus de droit à nos hommages que celui qui a tant contribué à pousser la nation dans la voie de sa véritable grandeur.

Proclamer cette reconnaissance, c'est entrer directement dans la mission que les compagnies savantes sont appelées à remplir au dix-neuvième siècle. Car, ne l'oublions pas, Messieurs, c'est surtout aujourd'hui qu'une Académie a une mission à remplir : le culte de l'utile a tout usurpé ; la science pour la science et l'art pour l'art ne sont plus que de vains mots. C'est aux corps savants à opposer une digue à ce torrent qui menace de tout envahir et de tout niveler.

Lagrange ou Laplace ont-ils créé des usines ou des industries ? demandait, il y a peu de temps, ce respectable et vénéré Biot, en parlant des exigences du siècle, qui ne veut que jouir et pour qui le résultat matériel est tout. Gardons-nous tous, tant que nous sommes, qui cultivons les sciences, de nous laisser troubler par ces exigences populaires, ajouta ce vétéran illustre de la science ; continuons à étudier la nature dans ses secrets intimes, à découvrir, mesurer, calculer les forces qu'elle met en œuvre, sans être nullement préoccupés des applications profitables qu'on pourra en faire.

Nous croyons que, jusqu'à présent, l'Académie est restée dignement fidèle à cette haute mission, et c'est sans doute, pour mieux la remplir, que Marie-Thérèse, en instituant notre compagnie, en 1772, avait proscrit la médecine des occupations ordinaires de la classe.

Je voudrais bien faire ressortir ici l'importance des travaux que cette institution bientôt séculaire a publiés ; mais notre honorable secrétaire perpétuel a jeté depuis longtemps les bases de ce grand travail, et c'est lui qui, dans une autre occasion, nous exposera tout l'intérêt de ces publications. Qu'il me soit permis seulement de rappeler parmi tant d'œuvres d'un haut intérêt, celle qu'à l'avant-

dernière séance publique, notre illustre confrère, M. d'Omalius, a bien voulu lire, et qui a pour objet une des questions les plus délicates et les plus difficiles de l'ontologie, pour me servir de l'expression du savant secrétaire perpétuel de l'Institut de France, M. Flourens.

Nous nous rappelons tous la vigueur avec laquelle notre confrère a attaqué le principe, si généralement admis, de la fixité et de l'immutabilité de l'espèce, et, pour ma part, j'éprouve un profond regret de ne pas l'entendre aujourd'hui sur la même question. Un formidable champion, M. Darwin, est entré dans son camp, armé de pied en cap de faits recueillis pendant de longs et importants voyages; ses arguments, sans ébranler la conviction de ses adversaires, ne semblent pas moins produire un grand effet dans leur camp. Espérons que bientôt il voudra bien nous entretenir de nouveau de cette grande question.

L'année dernière, un autre de nos confrères, notre honorable vice-directeur, M. Liagre, à qui j'aurai bientôt l'honneur de céder le fauteuil, nous a entretenus, avec cette lucidité qui est le cachet d'une haute intelligence, de la question de la pluralité des mondes. Vous avez tous présents à la mémoire les merveilleux détails du tableau qu'il a déroulé sous vos yeux, et par lequel il a fait presque toucher du doigt les mystérieux habitants des astres. Permettez-moi de ne pas suivre notre honorable confrère dans cette voie lointaine, elle est trop élevée pour moi, mais de vous entretenir un instant des habitants de la terre, c'est-à-dire des grands et des petits, dans le temps et dans l'espace.

—

Il semble que tout ce qui peut être est.
(Buffon.)

L'homme ne contemple généralement pas ce qu'il a tous les jours sous les yeux. Il s'habitue même à voir sans émotion le sublime spectacle de la voûte céleste. Quel est celui, toutefois, qui n'a jamais été frappé de la profusion avec laquelle la vie est répandue sur la terre, de la diversité de formes qu'affectent les plantes et les animaux, de la petitesse de volume des uns, de la taille colossale des autres?

Nous ne parlons ici ni de l'étendue, ni de l'immensité de l'espace, accusées par la vitesse de parcours de la lumière dans l'éther et dans l'atmosphère. Elle nous arrive du soleil, on le sait bien, en huit minutes de temps, tout en opérant ses effets, et cependant, d'après les calculs de sir John Herschel, elle ne demande pas moins de 2,000 ans pour parvenir des étoiles de la voie lactée à nous. Notre imagination s'avoue impuissante à se figurer un espace que ce fluide mettrait vingt-quatre heures à parcourir, et ce fluide court en ligne droite, avec une vitesse égale, pendant deux mille ans!

Tout ce que nous voyons du monde n'est qu'un trait imperceptible dans l'ample sein de la nature. Nulle idée n'approche de l'étendue de ces espaces, dit Pascal.

Mais ce n'est pas seulement en présence de cette grandeur sans limites que l'esprit de l'homme hésite et se trouble. Son imagination devient de nouveau impuissante lorsque, détournant ses regards du firmament, il cherche à se rendre compte de ces myriades d'êtres qui vivent à la surface du globe, sous des formes tellement

exiguës, que l'œil, alors même qu'il est armé par la science, a peine à découvrir leur trace dans la création.

Nous pouvons embrasser du regard le *Wellingtonia de la Californie*, dont seulement une partie du tronc a pu se tenir debout dans le palais de cristal de *Sydenham*, sapin gigantesque qui pourrait aisément servir d'étui à plus d'une tour d'église; nous pouvons mesurer encore facilement la longueur d'une Baleine, même de celles qui habitent l'océan Glacial arctique, qui n'ont pas moins de vingt pieds de long en venant au monde, et qui logeraient facilement une petite tribu d'Arabes, avec chameaux et bagages, dans la cavité de la bouche; mais, nous ne pouvons plus mesurer aussi facilement, ni comprendre aussi aisément ces infiniment petits, ces infusoires et ces plantes unicellulaires, qui se placeraient, au nombre de plusieurs millions, dans une fine gouttelette suspendue à la pointe effilée d'une épingle.

C'est entre ces extrêmes que flottent les formes diverses qui constituent, dans les différentes régions géographiques, les faunes et les flores.

Est-ce le hasard qui a présidé à la répartition sur la terre de ces formes et de ces grandeurs? La parfaite harmonie qui règne entre tous les êtres dans chaque région géographique répond suffisamment à cette question. Tout est calculé, quant au volume et quant au nombre, a dit depuis longtemps le livre de la Sagesse, *Omnia fecit in numero, in pondere et in mensura,* et les naturalistes ne peuvent que confirmer cette sentence! Non-seulement il existe une corrélation assez étroite entre les animaux et les plantes, entre les carnassiers sanguinaires, qui ne vivent que de carnage et de sang, et les douces gazelles, qui leur servent de pâture, mais on aperçoit même des relations assez in-

times entre la taille des mammifères et l'étendue des continents qu'ils habitent.

Voyons d'abord si cette variété de formes et de grandeurs a présenté des fluctuations aux différents âges du globe; nous verrons après quels sont les véritables puissants de la terre et si, contrairement à l'opinion générale, ce ne sont pas plutôt les petits organismes qui règlent la destinée des grands. Jetons un coup d'œil rapide sur ces couches fossilifères, ces catacombes, comme dit Al. de Humboldt, où gisent les faunes et les flores des époques antérieures.

On n'a plus à craindre, je crois, qu'on prenne les poissons pétrifiés, en Italie et ailleurs, pour des poissons rares, rejetés de la table des Romains, parce qu'ils n'étaient pas frais, ni les coquillages pétrifiés, pour des coquilles rapportées par les pèlerins de Syrie ou de terre sainte, dans le temps des croisades. On est plus instruit aujourd'hui qu'au siècle dernier. Comment se peut-il, dit Buffon, en faisant allusion à Voltaire, que des personnes éclairées, et qui se piquent même de philosophie, aient encore des idées aussi fausses sur ce sujet?

Bien des personnes ne se doutent pas néanmoins que les tablettes de marbre de leurs fenêtres et de leurs cheminées sont couvertes de coquillages et de polypes; elles ne savent pas que les dalles que nous foulons aux pieds, dans les rues de Bruxelles même, sont souvent tout incrustées de ces médailles fossiles. Et si l'archéologue s'arrête avec complaisance devant l'œuvre de l'homme, qui date à peine de quelques siècles, qu'on ne s'étonne pas tant si le naturaliste est dans l'admiration devant ces marbres et ces temples de polypes, pétris par une toute-puissante main, et s'il place ces fragments de pierre de taille bien au-

dessus des colonnes de porphyre, des fresques ou des inscriptions de Pompéi et d'Herculanum.

C'est dans ces antiques médailles de l'organisation, semées par le Créateur sur la route du temps, que l'homme étudie l'histoire de la terre.

Suivant les dernières données de la science, une certaine uniformité régnait dans toute la création au début de la vie sur notre planète : des pôles à l'équateur, on n'aperçoit guère de diversité. Pendant ces longues nuits des temps primitifs, la terre, uniformément chauffée par le foyer du feu central, roulant dans une atmosphère brûlante épaissie par les vapeurs, ne pouvait guère nourrir que des animaux uniformément constitués et se répétant à toutes les latitudes.

D'abord, avec quelques formes inférieures, on voit les singuliers trilobites, des mollusques céphalopodes, les gracieuses crinoïdes, puis des poissons d'une forme étrange dont les débris sont déposés dans les couches du système silurien. La taille est en genéral petite à cet âge du globe : c'est la période primaire que l'on désigne aussi sous le nom de *règne des poissons.*

La période suivante voit la croûte terrestre se fendiller plus profondément : des rides plus fortes se forment à sa surface; des montagnes s'élèvent à de plus grandes hauteurs; les eaux s'encaissent avec plus de régularité pour former les mers et les continents, et les reptiles ou les amphibies apparaissent avec quelques oiseaux sous les formes les plus singulières.

A côté des crapauds monstrueux, connus sous le nom de *Labyrinthodon*, se montrent ces gigantesques *Ichthyosaures,* moitié poissons, moitié reptiles, première ébauche

des dauphins et des baleines. Puis, ces *Plésiosaures*, au long cou de serpent, munis de nageoires de marsouin, ces *Iguanodon* et ces *Mégalosaures*, atteignant jusqu'à quinze mètres de longueur; ressemblant, les uns aux lourds rhinocéros, les autres aux dangereux crocodiles; et, enfin, les curieux *Ptérodactyles*, qui préludent à l'apparition des oiseaux. La montagne de Saint-Pierre de Maestricht a servi de tombeau à un de ces monstrueux reptiles, connu sous le nom de *Mosasaure de Camper*, qui fait aujourd'hui encore l'ornement des galeries du muséum de Paris.

C'est, pour ainsi dire, le moyen âge de l'animalité, le règne des reptiles, ou mieux l'époque secondaire, pour parler le langage de la science.

La période tertiaire, qui suit immédiatement la formation de la craie, est surtout le règne des mammifères. Les cartons font place aux tableaux. La luxuriante végétation des houillères, pendant l'époque primaire, ne connaissait pas plus l'hiver que les régions équatoriales aujourd'hui. Mais, pendant cette nouvelle période, le soleil commence à faire sentir sa salutaire influence. Les Pyrénées apparaissent, ainsi que les Apennins et les Karpathes; en élevant leurs cimes dans les cieux, ces chaînes de montagnes créent des barrières naturelles; des régions géographiques nouvelles et distinctes surgissent, et le refroidissement de la terre permet aux saisons, pour la première fois, d'exercer tout leur empire.

La terre, dès cette époque, a son printemps et, par conséquent, sa période d'amour pour tout ce qui a vie.

A ce changement considérable dans la configuration du sol correspond une modification, peut-être plus profonde encore, dans la vie des animaux.

En effet, après que la mer, au fond de laquelle la craie

a été déposée, se fut retirée, nous voyons apparaître les formes les plus élevées de la série animale : les mammifères prennent place à côté de nouveaux genres de poissons, de reptiles et d'oiseaux plus variés de forme et de grandeur, mais moins redoutables et moins robustes. Tous les animaux terrestres à sang froid, sauf les tortues, sont sur leur déclin.

Les premiers mammifères sont tous de fort petite taille, comme l'ont été les premiers reptiles et les poissons. Mais, vers le milieu de cette longue période, apparaissent les grands herbivores. Aux tortues gigantesques des couches tertiaires subhimalayennes, les *Megalochelys atlas*, qui ne mesurent pas moins de dix-huit à vingt pieds de longueur (des tortues de vingt pieds de long! six rempliraient ici la salle), et dont les membres égalent au moins la grosseur d'un pied de rhinocéros, succèdent les oiseaux de la Nouvelle-Zélande, les *Dinornis*, que l'on compare pour la taille à la girafe, ainsi que l'*OEpyornis* de Madagascar, qui avait près de quatre mètres, et dont un seul œuf équivaut à cent cinquante œufs de poule et à plus de mille cinq cents œufs d'oiseau-mouche.

Cette même période tertiaire a débuté, au centre de l'Europe, par ces nombreux petits pachydermes, découverts d'abord dans les carrières à plâtre des environs de Paris, et décrits par Cuvier sous le nom de *Palæotherium* et d'*Anoplotherium*.

Vers le milieu de cette intéressante époque paléontologique se montrent les premiers mastodontes, les éléphants et les fameux *Dinotherium*, dont la tête seule est bien connue jusqu'à présent.

Puis aux premiers pachydermes succèdent les nombreux ruminants qui, sous la forme de bœufs surtout,

seront d'une si haute utilité au genre humain, qui est sur le point de faire son apparition.

Le globe tressaille une dernière fois. Une terrible convulsion s'empare de la croûte terrestre. Les plus hautes montagnes, c'est-à-dire le Mont-Blanc, l'Himalaya et la Cordillère des Andes, sortent des entrailles de la terre, et l'œuvre du Créateur se complète par l'apparition de l'homme.

La période quaternaire ou moderne commence.

Les grandes espèces terrestres ont conservé à peu près leur dimension; mais les mammifères aquatiques, ou pour mieux dire les baleines, atteignent seulement leurs plus fortes proportions. Il ne nous est même pas démontré qu'il existe de vraies baleines avant l'époque quaternaire.

A l'apparition des mammifères correspond ainsi une diminution dans la taille des batraciens et des reptiles, comme plus tard, à l'apparition de l'homme correspond une diminution dans les mammifères terrestres. Le volume s'accroît jusqu'à la fin pour les cétacés, mais pour les animaux terrestres, on dirait que la matière cède successivement la place à l'intelligence.

Eh bien, pendant ces diverses périodes, au milieu de ces formidables bouleversements qui font disparaître toutes les grandes espèces, les *infiniment petits* continuent paisiblement leur perpétuation jusqu'à l'époque actuelle, s'accommodant de toutes les vicissitudes de milieu et de température! Ils prennent même part, à diverses époques, à la formation de couches puissantes par le simple dépôt de leurs débris, et si, dans la mer silurienne vivaient déjà des Rhizopodes polythalames semblables aux nôtres, au fond de la mer de craie habitaient des espèces qui vivent encore aujourd'hui dans la mer du Nord et dans la Bal-

tique. Ils ont traversé ces longues périodes géologiques sans avoir été atteints par cette mystérieuse influence qui a causé l'extinction si subite et si complète de tant de races différentes dans toutes les classes supérieures du règne animal.

Quoi qu'il en soit, en poursuivant l'étude de la vie à travers tous les âges, il est évident pour tout observateur qu'il y a unité de plan dans tous ces êtres organiques, et que le Tout-Puissant, en donnant, pour ainsi dire, son premier coup de marteau dans la matière, pour en faire jaillir la vie, avait déjà en vue celui qui, un jour, devait le contempler.

Les animaux comme les plantes sont répartis à la surface du globe, non au hasard, comme on pourrait le croire, car rien n'est abandonné au caprice des événements, mais, d'après des lois fixes, constantes et générales.

Les premiers principes de cette répartition géographique ont été inventés, pour ne pas dire devinés, par Buffon. C'est même un de ses principaux titres de gloire. Le grand naturaliste a remarqué qu'aucune des espèces de la zone torride d'un continent ne se retrouve dans l'autre continent, et que les animaux d'Amérique sont, comme leur pays, petits, comparativement à ceux de l'ancien monde. Il y a plus, les animaux que l'homme a transportés d'Europe en Amérique, comme le cheval, l'âne, le bœuf, et tant d'autres, y sont devenus tous sensiblement plus petits, dit Buffon.

Aujourd'hui, c'est une des lois principales de la zoologie géographique, que les plus grands mammifères terrestres, comme l'éléphant, le rhinocéros, la girafe, l'hippopotame, appartiennent tous au plus grand continent, c'est-à-dire à

l'ancien monde, et qu'il existe un rapport véritable entre la taille des mammifères et l'étendue du terrain qu'ils habitent. Les mammifères aquatiques ne font même pas exception, puisque les plus grands de tous, les baleines, vivent dans un milieu qui recouvre les trois quarts de la surface du globe.

On a même remarqué, et je crois que c'est Agassiz qui, le premier, a fait cette observation, que, dans chaque groupe naturel, les espèces aquatiques sont toujours supérieures en taille aux espèces terrestres.

Si l'ancien monde nourrit l'éléphant et le rhinocéros, le nouveau monde n'a, dans sa partie méridionale, que le lama et le jaguar, l'Australie, le kanguroo, et Madagascar, l'indri, qui ne dépasse pas la taille d'un macaque ordinaire. C'est que les petits trouvent partout les conditions d'existence, tandis que les grands, pour leur nourriture comme pour leur propagation, exigent de l'air et de l'espace.

Aussi cette étude de la répartition des êtres à la surface du globe ne présente-t-elle pas seulement l'intérêt des recherches ordinaires; elle fournit les éléments de solution des plus hautes questions philosophiques. Si les espèces véritables descendent réellement les unes des autres, on doit pouvoir reconnaître et suivre pas à pas les modifications que chaque climat a dû imprimer au type répandu dans l'espace, et de l'espèce on pourra remonter aisément au genre et à la famille, pour faire provenir ensuite tout le règne animal d'une ou de quelques formes primitives.

Cette étude de géographie animale, des grandes espèces surtout, ne jette pas moins de jour sur les questions les plus importantes de la physique du globe. L'examen comparatif des animaux qui habitent les Iles Britanniques,

par exemple, ne fera pas seulement connaître que l'Angleterre a dû se séparer violemment de la France, par la rupture d'un isthme, mais cette étude fera même juger de l'époque à laquelle cette séparation s'est effectuée.

Dans les affaires criminelles, ne parvient-on pas à convaincre le jury, que tel feuillet de papier a été détaché de telle souche, en comparant ces feuillets entre eux? Il en est de même de Gibraltar et de Ceuta. La comparaison des animaux, autant que la ressemblance des plantes et du sol, nous indique que la Méditerranée n'a pas toujours versé ses eaux dans l'Atlantique, que l'Europe et l'Afrique ont eu longtemps aussi leur isthme de Panama.

Le magot, le seul singe européen qui vive encore aujourd'hui sur les rochers de Gibraltar, indiquerait au besoin à lui seul qu'il a été soudainement séparé de sa race, que sa descendance est pour toujours éloignée de la mère patrie. L'animal qui a servi de modèle aux descriptions anatomiques humaines des anciens auteurs, est donc primitivement étranger à l'Europe. C'est notre grand Vésale qui a relevé le premier les erreurs que cette substitution a fait commettre aux anciens anatomistes.

Et si les grandes espèces terrestres ont une haute importance pour la solution de graves et intéressants problèmes, les grandes espèces aquatiques n'ont pas moins leur éloquence et leur valeur.

Qu'il me soit permis de rappeler ici, ce que l'étude de quelques habitants des fleuves et du littoral nous fait entrevoir.

On sait qu'il existe des animaux marins que l'imagination des anciens s'est plu à embellir de divers attributs et dont les poëtes ont fait les dieux de la mer, sous les noms de Triton et de Sirène; dieux perfides, joignant à une tête

humaine un torse et une queue de poisson, et hantant, sous cette forme étrange, les rivages et les gouffres, où les flots de la mer allaient s'abîmer et mourir : ce sont les siréniens des naturalistes ou les cétacés herbivores.

Nous recommanderions volontiers, soit dit en passant, ces singuliers animaux à l'attention des directeurs des jardins d'acclimatation. Sans croire précisément François Lopez, qui fait mention d'un Lamantin privé quittant l'eau à l'appel de son nom *Mato*, pour prêter son dos et conduire son cavalier sur une autre rive, il est reconnu, que la chair de ces siréniens est fort estimée, surtout les jours maigres, et que leur peau n'est pas sans une certaine valeur. Ils sont loin d'être rares et tous les jours, dit de Castelnau, pendant que l'expédition descendait de Nanta à Pebas (haut Amazone), on pêchait des *Vaccas marinas*, ajoute-t-il, qui forment la base de la nourriture animale des habitants.

Les naturalistes connaissent trois genres de ces sirènes.

Les *Lamantins* habitent les deux versants de l'Atlantique et se tiennent surtout dans le Sénégal et l'Amazone ou à leur embouchure. Ils remontent, d'après le rapport des voyageurs, très-haut dans l'intérieur des terres en Afrique comme en Amérique.

Les *Dugongs* habitent deux autres versants, la côte orientale d'Afrique, y compris le littoral de la mer Rouge, et le versant opposé des îles de la Sonde et de l'Australie. La mer des Indes sépare ces deux versants.

Un troisième genre, appartenant au détroit de Behring, c'est-à-dire au fond de cette immense Atlantique, qui sous le nom d'océan Pacifique, sépare l'Asie de l'Amérique, porte le nom de *Stellère*. La cupidité des marchands semble avoir détruit en quelques années ce trop confiant animal.

Voilà pour les siréniens vivants.

Mais on trouve assez abondamment des siréniens à l'état fossile. En Égypte, le long du cours du Nil, dans la vallée de Bouik, à quelques lieues de la mer Noire, en Autriche, en Suisse, en Bavière et surtout dans le midi de la France, les paléontologistes en ont signalé de nombreux débris.

Ils appartiennent tous à l'époque tertiaire moyenne et supérieure.

Si le colossal *Dinotherium* appartient aussi à ce groupe, il en résulterait que les siréniens seraient arrivés à leur plus grand développement à l'époque tertiaire moyenne, et il faudrait en conclure que les fleuves de l'Europe avaient, à cet âge du globe, une autre importance que le Mississipi, l'Amazone ou le Sénégal d'aujourd'hui.

Les *Halitherium*, c'est le nom sous lequel on désigne généralement ces animaux fossiles, fréquentaient sans aucun doute l'embouchure de fleuves se déversant dans une atlantique, et on ne peut guère en douter, la mer des Indes, à l'époque où vivaient ces siréniens en Europe, communiquait par la mer Rouge et le golfe Persique avec la Méditerranée, la mer Noire et la mer Caspienne. Cette atlantique australe, autrement dit la mer des Indes, qui avait aussi sa mer des Antilles et son isthme de Panama, devenu plus tard détroit de Gibraltar, recouvrait probablement toute la Russie européenne jusqu'à la mer Blanche, laissant les monts Ourals et la nouvelle Zemble comme versant occidental du continent asiatique.

Si nous ne nous trompons, le globe aurait donc été couvert, à cette époque, de trois grands continents, séparés incomplétement par une méditerranée, et montrant entre eux trois océans atlantiques, confluant aux deux pôles.

Nous avons vu quelque part cette pensée des trois

grands continents exprimée dans un langage très-poétique. « L'Asie, le pays du soleil et de la volupté, aura son piédestal, tout comme l'Europe savante et l'industrieuse Amérique du Nord. Et la terre sera formée de trois couples harmonieusement placés, chacun de deux contrées immenses : Europe et Afrique; Amérique du Nord et Amérique du Sud; Asie et Océanie (1). »

Aussi, le jour où la zoologie sera en possession des faits les plus importants de la distribution géographique des animaux actuels, de leur succession dans le temps, ainsi que des changements successifs de configuration du sol et des continents, ce jour il sera peut-être possible de saisir quelques rapports importants entre la paléontologie, la géographie animale et leur distribution, et peut-être n'y a-t-il pas trop de témérité à penser, qu'alors on pourra soulever un coin du voile qui couvre encore si complétement ce grand et impénétrable mystère de l'apparition des espèces.

Après l'étude de ces colosses de la terre, il semblerait que les petits sont dorénavant sans importance, que les grands seuls méritent l'attention de l'homme du monde et du naturaliste. Il n'en est pourtant point ainsi.

---

(1) Le même sort qui a fait disparaître cette Atlantique entre l'Europe et l'Asie, est-il réservé à l'Atlantique des géographes?

Le repos de la terre est plus apparent que réel; nous en avons un exemple remarquable sous les yeux. On sait depuis longtemps que la Suède et la Norwége se soulèvent lentement. Eh bien, Al. de Humboldt a fait le calcul que, dans douze mille ans, le fond de la mer, qui a cinquante brasses de profondeur, sera mis à sec, et les plantes marines qui le recouvrent aujourd'hui feront place à la riche végétation terrestre de ces contrées. Quelles seront les conséquences de ce soulèvement dans la configuration de cette presqu'île de la Scandinavie?

Ces animaux, qu'on appelle petits, microscopiques ou inférieurs, ne jouent pas, dans l'économie de la nature, un rôle moins important que ceux qui sont qualifiés de grands; leur place n'est pas moins bien marquée dans la hiérarchie générale, et, s'ils ont assez peu d'apparence pour être le plus souvent l'objet de mépris du vulgaire, ils ne sont pas moins destinés à produire, avec une spontanéité souvent effrayante, les plus terribles effets, les phénomènes les plus extraordinaires, les plus singulièrement imprévus.

Il n'y a de petit dans la nature que les petits esprits, a-t-on dit depuis longtemps et avec beaucoup de raison. Le microscopique infusoire que le vent sème sur la montagne ou que la marée entraîne jusqu'au fond de l'abîme, mérite autant, si pas plus, l'attention du naturaliste et du philosophe que le papillon qui voltige de fleur en fleur, que le lion qui ébranle la forêt de ses rugissements. Et si l'on n'avait égard qu'à leur importance seule, les petits devraient prendre le pas sur eux!

Pline n'a-t-il pas dit : *Natura maxime miranda in minimis?*

Ces êtres infimes existent depuis que la vie a surgi sur la terre! Ils ont traversé, avons-nous dit, les grandes époques géologiques sans subir de notables changements; ils remplissent de leur présence tous les milieux où leur développement est possible; ils se répandent du pôle à l'équateur, de la cime des plus hautes montagnes jusqu'aux grandes profondeurs de l'Océan! Et partout ils se maintiennent et prospèrent par une fécondité sans bornes et sans mesure.

La fonte des glaces, par 78 degrés de latitude, a révélé des formes animales très-reconnaissables. Près du sommet

du Mont-Blanc et du Chimborazo, à 14,000 et à 18,000 pieds de haut, la vie est encore répandue, sinon sous la forme d'animalcules, au moins par des lichens, et, à 12,000 pieds de profondeur dans la mer, c'est-à-dire à une pression de 400 atmosphères, on a trouvé des *diatomées* ou des *bacillariés*. Au fond de nos houillères, où le jour ne pénètre jamais, ne trouve-t-on pas encore une flore distincte et des animalcules variés? Il n'y a que la température ou la pression qui arrête leur propagation.

La révélation de ces résultats, si éminemment intéressants, est principalement due à la persévérante sagacité d'un des plus habiles et des plus actifs naturalistes de l'époque, M. Ehrenberg, de Berlin, que l'Académie des sciences de France a nommé dernièrement son associé étranger.

On pouvait croire ce sujet à peu près épuisé par le savant secrétaire perpétuel de l'Académie de Berlin, quand dernièrement un habile chimiste, pour répondre à des expériences conduites *en apparence* avec toute la précision des travaux modernes, a soumis à de nouvelles recherches l'air et les corpuscules qu'il tient en suspension. Muni de ballons, M. Pasteur a été recueillir de l'air au sommet du Jura et dans les Alpes, à 2,000 pieds de hauteur; il a comparé cet air avec celui de la ville, recueilli dans les places publiques et les caves de l'observatoire, et il a pu se convaincre que l'air sème partout sur son passage, aussi bien ces spores et ces germes organiques qui enfantent la moisissure sous la forme de champignons microscopiques, que ces légions d'êtres qui pullulent dans l'eau que nous buvons, dans le pain que nous mangeons. Les poussières en suspension dans l'air sont l'origine exclusive, la condition première et nécessaire de la vie, dans les in-

fusions, dans les corps putrescibles et dans toutes les liqueurs capables de fermenter, dit M. Pasteur.

Les dernières expériences (1) ont donné la sanction aux recherches précédentes de ce savant et, malgré tout le bruit que font les partisans de la spontiparité et l'acharnement, pour ne pas dire la passion, avec lequel ils continuent à repousser les faits les plus solidement établis, M. Pasteur a mis à néant, pour les infusoires comme pour les plantes microscopiques, cette vieille hypothèse de la génération spontanée, digne tout au plus des siècles d'ignorance.

Ces êtres tellement exigus, qu'il faut très-souvent des instruments puissants pour les découvrir, tout en opérant tous les jours mille merveilles, ne produisent pas moins des ravages comparables, pour la gravité, à la peste et à la famine, et donnent même lieu aux plus grands phénomènes terrestres; les petits, peut-on dire, révèlent, bien plus que les grands, les magnificences du Tout-Puissant!

Il n'est personne qui ne connaisse la levûre. Tous nous savons, la femme de ménage comme l'homme du monde et le savant, qu'il faut de la levûre pour faire *monter* le pain; que, sans fermentation, il n'y a ni vin ni bière. Mais sait-on ce que c'est que la levûre? Que l'on regarde au microscope une goutte de cette substance, que dis-je, la plus minime partie qu'une pointe d'épingle puisse porter, et on distinguera des milliers de plantes vivantes sous la forme de petites cellules arrondies. Et toutes ces plantes sont en vie. Chacune d'elles se nourrit, respire et

---

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 5 novembre et 12 novembre 1860.

pourvoit à la conservation de l'espèce. On connaît, sans le savoir, non leurs amours, mais leur extrême fécondité. Qui n'a pas vu s'élever, par la bonde du tonneau, cette masse écumeuse qui monte lentement et éclate en mille jets, si on ne lui facilite pas le passage ?

La multiplication de ces plantes est si rapide, qu'on les voit pour ainsi dire naître et grandir. C'est véritablement un champ de levûre dont la récolte suit presque immédiatement le semis.

M. Pasteur sème une trace presque impondérable de la levûre de bière dans l'eau pure, tenant en dissolution du sucre candi, un sel d'ammoniaque et des phosphates, et bientôt le sucre fermente, c'est-à-dire le champignon croît et se multiplie en prenant du carbone au sucre, de l'azote au sel d'ammoniaque et sa matière minérale aux phosphates.

Et si un pouce cube renferme plus d'un milliard cent cinquante millions de sujets, jugez du nombre qui pousse, au bout de quelques heures, dans un tonneau de bière en fermentation. En songeant à ces individualités, on est presque autant frappé de l'étendue en petit que nous l'avons été plus haut en parlant de l'espace dans le ciel.

Il y a quelques années, un de nos savants confrères a attribué le phénomène de la fermentation à un acte physiologique; mais pour les chimistes, même pour Berzélius, ces végétaux mycodermiques de la levûre de bière n'étaient qu'un précipité chimique de forme globuleuse.

Un illustre chimiste, le plus célèbre de tous, crut avoir tout dit en faisant observer que, d'après la nouvelle théorie de la fermentation, certains infusoires mangent du sucre, vomissent de l'acide carbonique et urinent de l'alcool.

Heureusement ou malheureusement, je ne sais ce qu'il faut dire, ce ne sont pas toujours les plus savants qui font la science. Il n'est pas au pouvoir du plus grand d'arrêter le torrent de la vérité. On a pu perdre de vue, pendant quelques années, l'opinion émise il y a vingt-cinq ans; mais l'habile chimiste, dont nous avons cité le nom plus haut, M. Pasteur, revient aujourd'hui à cette même théorie et ne craint pas de proclamer que des végétaux mycodermiques, les plus bas placés dans échelle des êtres, sont l'origine de toutes les fermentations proprement dites.

Voilà donc la vie des infiniment petits qui intervient dans un des phénomènes qui intéressent l'homme au plus haut degré et qui semblaient jusqu'à présent exclusivement du domaine de la chimie.

Et si les infiniment petits nous préparent notre pain, notre vin, notre bière, s'ils interviennent ainsi tous les jours directement jusque dans les opérations de la vie domestique, que l'on ne s'étonne donc pas tant si des naturalistes consacrent leurs veilles et leur énergie à l'étude de cette vie si éphémère et si peu manifeste.

Mais ce qui paraîtra plus extraordinaire encore, c'est que ces infiniment petits ne produisent pas moins d'effet dans l'immensité de l'Océan que les tremblements de terre et les éruptions volcaniques.

Jean Reinhold, le compagnon de Cock, reconnut le premier, en 1780, que plusieurs îles de la mer du Sud doivent leur existence à la rapide multiplication des coraux, et voilà des polypes, à peine visibles à l'œil nu, qui forment des récifs dangereux et deviennent la frayeur des navigateurs! Les coraux élèvent des bas-fonds, sèment des écueils et, avec une rapidité aussi effrayante que sin-

gulière, ils changent le fond de la mer et bâtissent des îles au milieu de l'Océan. C'est une tour de Babel que ces colonies élèvent, non à la hauteur des nuages, mais au delà même de leur atmosphère liquide.

Un autre phénomène, non moins connu par ses effets singuliers, c'est la phosphorescence de la mer.

Tout le monde sait que, certaines nuits d'été, la mer devient lumineuse; que des lignes de feu courent, en ondulant, le long des côtes pour aller expirer au pied des dunes; que des étincelles jaillissent du choc des vagues; que le sable de la grève même fulmine sous les pieds; qu'enfin, dans quelques parages, ce n'est pas seulement une vague lueur phosphorescente, mais des guirlandes de feu qui se balancent au milieu d'une mer embrasée.

A qui est généralement dû ce phénomène?

A un petit animal arrondi, de la grosseur d'une tête d'épingle, transparent comme le cristallin de l'œil, portant une petite languette mobile en forme de pied et que les naturalistes appellent *Mammaria* ou *Noctiluca*. C'est une armée, que dis-je, un monde de ces animalcules qui, comme la luciole ou le ver luisant au pied de nos buissons, projettent chacun leur part de lueur phosphorescente, et donnent, par leur éclat varié, un firmament étoilé aux habitants de l'Océan.

Dans tous ces êtres infimes la rapidité de reproduction, autrement dit leur fécondité, n'est pas moins remarquable que leur petitesse. Nous n'en citerons qu'un seul exemple. Ehrenberg a calculé qu'un seul de ces végétaux, dits végétaux unicellulaires, peut produire, en vingt-quatre heures, un million et cent quarante billions d'individus en quatre jours. Et quant à l'abondance et à la ténuité de quelques-uns d'entre eux, le même savant

rapporte qu'un pouce cube de tripoli comprend quarante et un millions de *Galionella distans*, et la *Galionella ferruginea* se loge dans le même volume au nombre de un billion sept cent cinquante millions, et on trouve des couches de ce tripoli qui ont treize mètres de puissance!

Nous pourrions citer encore ces couches de terre, souvent épaisses de plusieurs mètres, et d'une étendue considérable qui sont presque exclusivement formées de débris d'animalcules. En 1837, de Humboldt écrivit à l'Institut de France que le professeur Retzius, de Stockholm, venait de reconnaître la véritable nature de la *Farine des montagnes*, dont les Lapons se nourrissent dans les années de disette, et que cette terre n'est autre chose que des débris d'infusoires. La pluie de sang, le papier et la ouate météoriques, la coloration en vert ou en rouge des flaques d'eau et des étangs, ne sont-ce pas autant de phénomènes produits par des animaux microscopiques?

Quand, le 26 janvier 1843, après plusieurs années de préparatifs, une batterie galvanique fit tomber, près de Douvres, au moyen de cent quatre-vingt-cinq quintaux de poudre, plus de vingt millions de quintaux de rocher calcaire, contre qui cette formidable batterie était-elle dirigée? Schleiden répond avec raison (1) : contre des débris de créatures, que la simple pression des doigts anéantit par milliers en les touchant.

Sont-ce bien les grands de la terre qui décident des événements importants, qui remuent le monde et l'humanité? Dans la nature, cette tâche incombe évidemment aux petits. C'est tout au plus si les grands laissent des

---

(1) *La Plante et la Vie.*

traces de leur passage. L'homme peut vaincre le lion et le tigre; il peut purger la terre des loups et des animaux nuisibles; il fait même fuir l'éléphant et le rhinocéros, mais il est impuissant contre ces êtres microscopiques qui remplissent l'air et l'eau de leur présence, qui cherchent au besoin un refuge dans la profondeur de ses propres organes, attaquent la peau, les muscles, le cerveau, le cœur, et se montrent comme le brigand qui demande tantôt la bourse, tantôt la vie. L'homme héberge ainsi sans le vouloir, et souvent sans le savoir, des insectes et des vers dont les plus grands et les plus riches de la terre ne sont pas plus exempts que l'enfant du pauvre au berceau.

Ne méprisons pas les petits, mais accordons-leur, comme aux grands, toute l'attention qu'ils méritent. C'est, partout et toujours, le moucheron de la fable, qui sort victorieux de la lutte, même contre le lion. L'importance du petit n'avait pas échappé à la Fontaine. *Le lion a beau mépriser ce chétif insecte, cet excrément de la terre; l'avorton de mouche en cent lieues le harcèle et rit de voir qu'il n'est ni griffe, ni dent en la bête irritée, qui de la mettre en sang ne fasse son devoir; et l'insecte du combat se retire avec gloire; comme il sonne la charge, il sonne la victoire.*

Nous le répétons en terminant, non, les petits n'ont, pas moins que les grands, leur importance marquée dans l'économie de la nature; ils remplissent, avec non moins d'ordre et de mesure, leurs diverses fonctions dans ce vaste laboratoire où la vie se tient éternellement debout sur la mort. La science de l'homme a puissamment contribué à propager les animaux utiles et à arrêter le développement des loups et des tigres, mais que peut-elle contre

l'invasion de l'oïdium et de tant d'êtres microscopiques!

Sans parler des maladies épidémiques, ne voyons-nous pas que la part attribuée à ces petits êtres, dans diverses maladies de l'homme et des enfants, devient tous les jours plus grande; que le pathologiste vient s'éclairer de plus en plus aux lumières de la zoologie et de la botanique. Ne sont-ce pas ces êtres infimes enfin, en apparence sans nom et sans forme, qui, malgré leur exiguïté et leur extrême délicatesse de structure, en attaquant seulement la vigne et les pommes de terre, peuvent ruiner des provinces entières, compromettre la sûreté des États et mettre en danger la vie des nations?

—

Sur l'invitation du directeur de la classe, M. Gachard a bien voulu ensuite donner lecture d'une notice due à la plume de M. le baron de Witte, notice destinée à *l'Annuaire* de 1861 et consacrée à apprécier *la vie et les travaux de Charles Lenormant*, archéologue français et l'un des associés de l'Académie royale de Belgique.

En dernier lieu, M. Liagre, vice directeur de la classe, a proclamé le résultat du concours annuel et celui de l'élection faite la veille. (Voir pages 666 et 776.)

3 2044 093 256 303

Date Due

~~DEC 1 0 1950~~	